

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
FACULDADE DE ARQUITETURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN**

Júlio Cesar Pinheiro Pires

**PROPOSTA DE UM SISTEMA COM APLICATIVO DE SIMULAÇÃO NA ÁREA DE
ENERGIA EÓLICA**

Tese de Doutorado

Porto Alegre

2017

JULIO CESAR PINHEIRO PIRES

Proposta de um sistema com aplicativo de simulação na área de energia eólica

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Design.

Orientadora: Prof. Dra. Branca Freitas de Oliveira

Porto Alegre

2017

Júlio Cesar Pinheiro Pires

**PROPOSTA DE UM SISTEMA COM APLICATIVO DE SIMULAÇÃO NA ÁREA DE
ENERGIA EÓLICA**

Esta tese foi julgada adequada para a obtenção do título de Doutor em Design, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Design da UFRGS.

Porto Alegre, 7 de março de 2017

Prof. Dr. Régio Pierre da Silva

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Design da UFRGS

Banca Examinadora:

Orientadora: **Prof. Dra. Branca Freitas de Oliveira**

Departamento de Design e Expressão Gráfica – PgDesign/UFRGS

Prof. Dra. Cristiane Cauduro Gastaldini

Universidade Federal de Santa Maria - UFSM

Prof. Dr. Juan Galvarino Cerda Balcazar

Universidade Federal de Santa Maria - UFSM

Prof. Dra. Adriane Prisco Petry

Departamento de Engenharia Mecânica – DEMEC/UFRGS

Prof. Dr. José Luis Farinatti Aymone

Departamento de Design e Expressão Gráfica – PgDesign/UFRGS

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que de uma maneira ou outra puderam contribuir para realização desta pesquisa. Agradeço à minha orientadora Branca Freitas de Oliveira pela dedicação ao longo de minha trajetória na UFRGS.

Aos professores participantes da banca examinadora deste trabalho, por aceitarem o convite e colaborarem para qualificação desta tese.

A todos os demais professores e funcionários do PGDESIGN, representados pelo prof. Régio Pierre da Silva, coordenador.

Ao SEDETEC pela dedicação e apoio na ocasião do registro dos produtos desta pesquisa.

Aos meus pais Ricardo e Cleonice e às minhas irmãs.

À Universidade Federal de Santa Maria – Campus Cachoeira do Sul, onde sou docente.

Aos meus filhotes peludos.

À minha esposa Márcia Silveira pelo apoio, paciência e amor em todos os momentos.

RESUMO

PIRES, J. C. P. **Proposta de um sistema com aplicativo de simulação na área de energia eólica**. 2017. 226 f. Tese (Doutorado em Design) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

Energia eólica pode ser convertida através de turbina de pequeno porte, inclusive em edificações residenciais e pequenos comércios, configurando a “geração distribuída”. Alguns benefícios de gerar a própria energia elétrica ainda não são conhecidos pela maioria das pessoas. No Brasil, o fato de receber créditos de energia ao gerar quantidade maior do que o consumo próprio, não é divulgado adequadamente pelas concessionárias de energia, nem pelos órgãos reguladores. Neste sentido, o presente trabalho apresenta um método para desenvolvimento e a implementação de um sistema de informação para área de energia eólica. O processo de elaboração do sistema foi derivado da metodologia RMM para desenvolvimento de aplicativos. A partir da metodologia proposta, o sistema foi implementado e disponibilizado ao público em geral. O sistema conta com um aplicativo de simulação de geração de energia com turbina eólica de pequeno porte. O aplicativo de simulação está dividido em sete seções onde o usuário poderá saber, por exemplo, quais as dimensões de uma turbina eólica para suprir toda sua demanda por energia elétrica. Além disso, o aplicativo informa características de quatro tipos de turbinas comerciais e quatro não comerciais, o valor de investimento no equipamento, o tempo de retorno deste investimento e o quanto de CO₂ – gás do efeito estufa, o usuário deixa de emitir ao usar o sistema de geração simulado. O sistema de informação proposto está sendo avaliado com o uso de duas ferramentas: Google Analytics para se obter informações de acessos e Google Formulários, que possibilitou a obtenção de respostas relacionadas ao uso geral do sistema a partir de um questionário *online*. Em relação aos dados de acesso ao sistema, foram obtidas 5244 visualizações incluindo 1085 simulações realizadas em 243 dias monitorados. Durante este período, 1505 usuários de 9 países acessaram o sistema. Em relação ao questionário, aproximadamente dois terços responderam que consideram o aplicativo muito intuitivo e quase 85% dos que responderam consideram investir em um sistema de geração própria de energia após interagir com o sistema.

Palavras-chave: Energia Eólica; Design da informação; Sistema de informação; aplicativo *web-based*.

ABSTRACT

PIRES, J. C. P. **Proposta de um sistema com aplicativo de simulação na área de energia eólica**. 2017. 226 f. Tese (Doutorado em Design) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

Wind energy can be converted through small turbine, including for use in residential buildings and small trades, creating the distributed generation. Some benefits of generating electricity itself are still not known for most people. In Brazil, the receipt of energy credits for generating amount greater than the actual consumption is not disclosed properly by power utilities, let alone by regulators. Thus, this work presents a method for the development and the implementation of an information system for wind energy area. The system development process was derived from the RMM methodology for application development. From the proposed methodology, the system was implemented and made available to the general public. The system has a simulation application for wind energy generation. The simulation application is divided into seven sections where the user can know, for example, what are the dimensions of a wind turbine to supply its entire demand for electricity. In addition, the application informs features of four types of commercial and four non-commercial turbines, the amount of investment in equipment, return time investment and how much CO₂ avoid with use of the simulated turbine. The proposed information system is being evaluated using two tools: Google Analytics to obtain information access to the system and Google Form, which allowed obtaining answers related to the general use of the system from an online evaluation questionnaire. In relation to the system access data, 5244 visualizations were obtained, including 1085 simulations performed in 243 monitored days. During this time, 1505 users from 9 countries accessed the system. Regarding the questionnaire, approximately two-thirds responded that they considered the application very intuitive and almost 72% of respondents consider investing in a system of own power generation after interacting with the system.

Keywords: Wind energy; Information design; Information system; Web-based application.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Partes da turbina eólica de pequeno porte	33
Figura 2 - Fluxo energia com dupla medição	34
Figura 3 - Fluxo da energia da geração ao consumo	42
Figura 4 - Organização setor elétrico brasileiro	43
Figura 5 – Motivadores Regionais das REIs	46
Figura 6 – TEPP em topo de prédio	49
Figura 7 - Distribuição de fontes de energia no mundo em 2010	50
Figura 8 - Matriz brasileira de produção de energia elétrica	51
Figura 9 - Toneladas de CO ₂ evitado no Brasil pelo uso de energia eólica.....	52
Figura 10 - Ciclo de vida de <i>software</i>	54
Figura 11 – Modelo Iweb	57
Figura 12 - Diagrama do método RMM	59
Figura 13 – Metas de usabilidade	70
Figura 14 – Visão geral do <i>framework</i> de Huizingh.....	74
Figura 15 – Funcionamento de aplicativos <i>web</i>	75
Figura 16 – Simulador da concessionária Light.....	78
Figura 17 - Simulador da concessionária CEEE	79
Figura 18 – Simulador da concessionária ENERGISA.....	80
Figura 19 - Simulador da empresa Furnas	81
Figura 20 – Simulador solar do Instituto IDEAL.....	82
Figura 21 - Simulador solar do Google.....	83
Figura 22 – Esquema do padrão MVC	84
Figura 23 - Mapa do potencial eólico do Brasil a 50m de altura.....	88
Figura 24 - Tipo de vento em função da altitude	89
Figura 25 – Composição do valor da conta de luz no Brasil	95
Figura 26 – Simulador de tarifas da ANEEL.....	96
Figura 27 – Calculadora de CO ₂	98
Figura 28 – Organograma funcional.....	100
Figura 29 - Mapa-modelo proposto	101
Figura 30 - Mapa do sistema.....	106
Figura 31 - Fluxograma do aplicativo de simulação	107
Figura 32 - Organização do aplicativo em seções.....	108

Figura 33 - Separação de arquivos	109
Figura 34 - Parte do <i>script</i> que gera gráficos	112
Figura 35 – Parte do <i>script</i> para cálculo da carga de uso real	114
Figura 36 - Fatores para cálculo de demanda.....	115
Figura 37 - Parte do <i>script</i> para calculo da carga demandada.....	115
Figura 38 - Parte do <i>script</i> do fator de demanda para iluminação e tomadas	116
Figura 39 - Parte do script para calculo da área e diâmetro.....	118
Figura 40 - <i>Script</i> considerando medição de vento	120
Figura 41 - <i>Script</i> para cálculos turbina 1m diâmetro (método B)	125
Figura 42 – Seção 1 do aplicativo de simulação	127
Figura 43 – Resultados de simulação	129
Figura 44 - Dados da conta de luz e simulação da turbina eólica	130
Figura 45 - Formulário de dados medição de vento	131
Figura 46 - Resultados de turbinas eólicas	132
Figura 47 - Guia do usuário.....	135
Figura 48 - Modelo de complexidade visual de “Berlyne”.....	136
Figura 49 - Pagina inicial do sistema.....	137
Figura 50 - Segunda página do sistema.....	138
Figura 51 - Montagem protótipo funcional.....	139
Figura 52 - Mapa aplicativo SIEolica-M.....	143
Figura 53 - Uso de PhoneGap para <i>APP mobile</i>	144
Figura 54 - Telas do SIEolica-M.....	145
Figura 55 - Interface de compilação do PhoneGap.....	146
Figura 56–Resultado de busca por SIEolica-M no Google Play.....	148
Figura 57 - Página SIEolica na rede social Facebook.....	150
Figura 58 - Página SIEolica na rede social Twitter.....	151
Figura 59 – Interface do Homer Pro	152
Figura 60 – Interface do Simulador Energy Green	154
Figura 61 – Alguns resultados do μ -Wind	155
Figura 62 - Resultados de acessos gerais	159
Figura 63 - Mapa de acessos por país	160
Figura 64 - Fluxo de acessos	162
Figura 65 - Dados acesso aplicativo de simulação	165
Figura 66 - Sistemas operacionais recorrentes no acesso ao aplicativo de simulação	165

Figura 67 - Locais que originaram maior número de acessos.....	168
Figura 68 - Instalações/desinstalações SIEolica-M	170
Figura 69 - Instalações por usuários em função do tempo.....	171
Figura 70 - Instalações do SIEolica-M por país.....	171
Figura 71 - Detalhe formulário de avaliação.....	172
Figura 72 - Acesso ao formulário do questionário	173
Figura 73 - Respostas ao questionário.....	174

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros de turbinas eólicas de pequeno porte	32
Tabela 2 - Altura de rugosidade em função do tipo de terreno.....	89
Tabela 3 - Valores de potência em função da velocidade de vento (fabricantes)	122
Tabela 4 - Acessos por país.....	160
Tabela 5 – Categoria do dispositivo para acesso.....	161
Tabela 6 - Totais de acessos às páginas do sistema.....	163
Tabela 7 – Tempos de carregamento de páginas do sistema.....	164
Tabela 8 – Acessos ao aplicativo de simulação, por país	166
Tabela 9 – Origens para acessos gerais.....	167
Tabela 10 – Locais de maior acesso por origem.....	168
Tabela 11 – Origens de acessos ao aplicativo de simulação por “Local”	169
Tabela 12 – Origens de acessos ao aplicativo de simulação por “canal”	169

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Fabricantes e modelos de geradores de pequeno porte	36
Quadro 2 - Orçamento sistema eólico isolado.....	37
Quadro 3 - Iniciativas de divulgação de Geração Distribuída por concessionárias no Brasil	39
Quadro 4 – Normas e métricas sobre qualidade de <i>software</i>	68
Quadro 5 – Resumo de conceitos de usabilidade	69
Quadro 6 – Padrões de projetos para <i>web</i>	74
Quadro 7 – Requisitos do sistema (todo)	104
Quadro 8 - Requisitos do Aplicativo de simulação	104
Quadro 9 - <i>Scripts</i> e suas funções	111
Quadro 10- Opções de logotipo	141

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIações

ANATEL	Agência Nacional das Telecomunicações
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
REG	Agente produtor de energia elétrica em fase de registro junto à ANEEL
z_o	Altura de rugosidade
ASF	Apache Software Foundation
APP	Application
A	Área varrida pelas pás de rotor eólico
ABEEólica	Associação Brasileira de Energia Eólica
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRADEE	Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica
APE	Autoprodução de Energia
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
2D	Bidimensional
BTU	British Thermal Unit
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
C_t	Carga total
C_r	Carga de uso real
CSS	Cascading Style Sheets
CGEE	Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
CEPEL	Centro de Pesquisas de Energia Elétrica
CRESESB	Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito
CMSE	Comitê do Monitoramento do Setor Energético
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais
CEEE	Companhia Estadual de Energia Elétrica
CHESF	Companhia Hidro Elétrica do São Francisco
CPFL	Companhia Paulista Força e Luz
CNPE	Conselho Nacional de Política Energética
COFINS	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
D	Demanda Energética

<i>a</i>	Demanda por iluminação e tomadas
<i>b</i>	Demanda por aparelhos resistivos
<i>c</i>	Demanda por aparelhos de ar condicionado individuais
<i>d</i>	Demanda por aparelhos centrais de ar condicionado
<i>e</i>	Demanda por motor elétrico
<i>f</i>	Demanda por aparelhos de solda e Raio X
ρ	Densidade do ar
\emptyset	Diâmetro
CO ₂	Dióxido de carbono
CO _{2e}	Dióxido de carbono equivalente
US\$	Dollar – moeda corrente dos Estados Unidos da América
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
E	Energia Cinética
EIA	Energy Information Administration
APK	Extensão de arquivo instalavel em dispositivos móveis com sistema operacional Android da empresa Google
XML	Extensible Markup Language
XP	Extreme Programming
<i>Fa</i>	Fator de demanda aparelhos de iluminação e tomadas
<i>Fb</i>	Fator de demanda aparelhos resistivos
FTP	File Transfer Protocol
FV	Fotovoltaico
GEE	Gases do Efeito Estufa
GD	Geração Distribuída
GWEC	Global Wind Energy Council (Conselho Global de Energia Eólica)
HTML	Hypertext Markup Language
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
PMG	Imã Permanente
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
INEE	Instituto Nacional de Eficiência Energética
IBPGC	Instituto Brasileiro de Pesquisa e Gestão de Carbono

INPI	Instituto Nacional de Propriedade Intelectual
IDEAL	Instituto para o Desenvolvimento das Energias Alternativas da América Latina
IHC	Interação Humano-Computador
IEC	International Electrotechnical Commission
ISO	International Organization for Standardization
JS	JavaScript
MW	Megawatt
CH ₄	Metano
m	Metro
m ²	Metro quadrado
MCTI	Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação
MME	Ministério de Minas e Energia
MVC	Model – View – Controller
NUTEMA	Núcleo Tecnológico de Energia e Meio Ambiente
<i>Nap</i>	Número de aparelhos
Re	Número de Reynolds
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
OSCIP	Organização da Sociedade Civil de Interesse Público
N ₂ O	Óxido nitroso
O ₃	Ozônio
PHP	Personal Home Page
π	PI (3,14159)
PUCRS	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
PDF	Portable Document Format
<i>P_s</i>	Potência a suprir
<i>P_{vu}</i>	Potência considerando medição de vento do usuário
<i>P_{dis}</i>	Potência disponível
<i>P</i>	Potência do aparelho
<i>P_t</i>	Potência de aparelhos de iluminação e tomadas
<i>P_{ar}</i>	Potência de aparelhos resistivos
<i>P_{ca}</i>	Potência de aparelhos ar condicionado
<i>P_{ret}</i>	Potência retirada do vento

<i>Ptb</i>	Preço da turbina eólica
PRODIST	Procedimento de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional
<i>Pcs</i>	Porcentagem de carga a suprir
PIE	Produção Independente de Energia
FINAME	Programa de Financiamento de Maquinas e Equipamentos
PASEP	Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público
PIS	Programa de Integração Social
Kg	Quilograma
km/h	Quilometro por hora
kV	Quilovolt
kVA	Quilovolt Ampere
kW	Quilowatt
kWh	Quilowatt hora
R\$	Real – moeda corrente do Brasil
REI	Redes Elétricas Inteligentes
RIC-BT	Regulamento das Instalações Consumidoras de Baixa Tensão
RMM	Relationship Management Method
RN	Resolução Normativa
<i>Rf</i>	Retorno financeiro
RGE	Rio Grande Energia
RPM	Rotações por Minuto
SVG	Scalable Vector Graphics
SEDETEC	Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico
s	Segundo
TUSD	Tarifa de Uso do Sistema Elétrico de Distribuição
TUST	Tarifa de Uso do Sistema Elétrico de Transmissão
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
<i>T</i>	Tempo de uso do aparelho
<i>Th</i>	Tempo em horas
TEPP	Turbina Eólica de Pequeno Porte
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFMS	Universidade Federal de Santa Maria

UFSM-CS	Universidade Federal de Santa Maria – Campus Cachoeira do Sul
UOL	Universo Online
Pe	Valor total da conta de luz
v	Velocidade do vento
v_1	Velocidade do vento anterior às pás
v_u	Velocidade do vento considerada na equação 10
v_2	Velocidade do vento no nível das pás
v_3	Velocidade do vento posterior às pás
V_{medida}	Velocidade medida pelo usuário
V_{media}	Velocidade media
W	Watt
WSGI	Web Server Gateway Interface
W3C	World Wide Web Consortium

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	21
1.1.	CONTEXTUALIZAÇÃO.....	21
1.2.	JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO	24
1.3.	PROBLEMA DE PESQUISA.....	27
1.4.	OBJETIVOS.....	27
1.4.1.	Objetivo geral	27
1.4.2.	Objetivos específicos	27
1.5.	DELIMITAÇÃO DO TRABALHO	27
1.6.	ESTRUTURA DA TESE.....	28
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	30
2.1.	ENERGIA EM EDIFICAÇÕES E EM CIDADES.....	30
2.1.1.	Energia eólica para geração distribuída	31
2.1.2.	Turbina Eólica de Pequeno Porte - TEPP	31
2.1.3.	Ações e projetos de informação na área de energia distribuída	37
2.1.3.1.	Fluxo de energia em meio urbano	42
2.1.3.2.	Redes de energia em meio urbano	45
2.1.3.3.	Dependência de agentes tradicionais	47
2.1.3.4.	Exemplo de prédio eficiente.....	48
2.1.4.	Problemas de emissões na atmosfera	49
2.2.	SISTEMAS DE INFORMAÇÃO.....	52
2.2.1.	Design e tecnologia da informação	55
2.2.2.	Design da informação e aplicações web	56
2.2.2.1.	Método RMM (<i>Relationship Management Methodology</i>)	58
2.2.2.2.	Métodos Ágeis: XP e Scrum	59
2.2.3.	Resolução de problemas de design com informática	62
2.2.3.1.	Método de abstração	62
2.2.3.2.	Método heurístico ou aproximativo	64
2.2.4.	Normas e qualidade de software	65
2.2.4.1.	Normas para sistemas de informação.....	66
2.2.4.2.	Usabilidade	68
2.2.4.3.	Interface: interação humano-computador	71

2.2.5.	Desenvolvimento de produto virtual	72
2.2.5.1.	Design virtual	72
2.2.5.2.	Design para <i>web</i>	72
2.2.5.3.	Aplicativos <i>web</i>	73
2.2.5.4.	Aplicativos de simulação.....	77
2.2.6.	Arquitetura de sistemas <i>web</i>	83
2.3.	SISTEMAS PARA ANÁLISE DE VIABILIDADE	86
2.3.1.	Análise de viabilidade de projetos para geração de energia eólica de pequeno porte.....	86
2.3.1.1.	Viabilidade técnica	87
2.3.1.2.	Viabilidade econômica	92
2.3.1.3.	Impactos ambientais	97
3.	SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA	99
3.1.	MÉTODO PROPOSTO	99
3.1.1.	Mapa-modelo e conexões solucionadoras	101
3.2.	PROCESSO DE IMPLEMENTAÇÃO.....	103
3.2.1.	Requisitos do sistema	103
3.2.2.	Produção / programação.....	104
3.2.2.1.	Plataforma / Linguagem / Arquivos	105
3.2.2.2.	Mapa do sistema.....	105
3.2.3.	Aplicativo de simulação	107
3.2.3.1.	Abstrações e procedimentos.....	109
3.2.3.2.	Operações sobre dados (naturais e do usuário)	110
3.2.3.3.	Seções do aplicativo de simulação	126
3.2.3.4.	Guia do usuário do aplicativo de simulação.....	134
3.2.4.	Leiaute <i>web</i>	136
3.2.5.	Tratamento de imagens.....	140
3.2.6.	Universalidade	141
3.2.7.	Registro de <i>software</i>.....	141
3.2.8.	Aplicativo <i>APP mobile</i>.....	142
3.2.8.1.	SEolica-M: produção e testes	143
3.2.9.	Disponibilização ao público	147
3.3.	LANÇAMENTO COMO PRODUTO DE PESQUISA ACADÊMICA.....	148

3.3.1.	Estratégias de divulgação	149
3.3.1.1.	Na internet	149
3.3.1.2.	Criação de páginas em rede social.....	150
3.4.	COMPARAÇÃO COM PARES EXISTENTES	151
3.4.1.	Aplicativos similares	151
3.4.1.1.	Energia eólica	152
3.4.1.2.	Energia solar.....	156
3.4.1.3.	Energia Elétrica.....	157
4.	RESULTADOS DA IMPLEMENTAÇÃO E DO DESEMPENHO DO SISTEMA	158
4.1.	AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DOS PRODUTOS.....	158
4.2.	ANÁLISE DE DADOS DE ACESSOS E USO DO SISTEMA PROPOSTO.....	158
4.2.1.	Resultados no âmbito de acessos ao sistema	159
4.2.2.	Resultados no âmbito do aplicativo de simulação	165
4.2.3.	Resultados relacionados às estratégias de divulgação	166
4.2.4.	Resultados relacionados ao SIEólica-M	170
4.3.	RESULTADOS DO FORMULÁRIO (AVALIAÇÃO PELO PÚBLICO)..	172
5.	CONCLUSÕES E SUGESTÕES	176
5.1.	CONCLUSÕES	176
5.2.	SUGESTÕES.....	178
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	180
	ANEXO A	192
	ANEXO B	197
	ANEXO C	225

1. INTRODUÇÃO

Este capítulo trata da introdução ao tema desta pesquisa, sua contextualização em relação ao tempo e local. Será exposta a justificativa e motivação da pesquisa, a questão de pesquisa, o objetivo geral e os objetivos específicos, além da delimitação do trabalho e da estrutura da tese.

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A conversão de energia elétrica é feita, atualmente, através de fontes não renováveis e fontes renováveis. Entre as fontes não renováveis estão os combustíveis fósseis (carvão mineral, petróleo e seus derivados) e entre as renováveis estão a energia solar, a hidráulica e a eólica. Energia elétrica está presente em quase todas as atividades humanas (IGNÁCIO, 2007). A ascensão da produção, comercialização e consumo em massa de equipamentos consumidores de eletricidade e a popularização das telecomunicações, no último século, contribuíram para o surgimento de uma dependência de energia elétrica. Atividades industriais, comerciais, residenciais, em grande parte do tempo, utilizam energia elétrica.

A geração centralizada está institucionalizada e em funcionamento há aproximadamente 133 anos no Brasil. Porém somente a partir da década de 1970 pode-se dizer que existe relativa facilidade em consumir eletricidade, pois ao usuário, ou consumidor que deseja ter abastecimento de energia elétrica em sua edificação, basta solicitar a uma distribuidora (concessionárias ou permissionárias) de energia elétrica de sua região e esta fará os trâmites e ligações necessárias (CEMIG, 2016).

A dependência por energia elétrica proporcionou tão elevado consumo que os setores de geração de energia tiveram que se diversificar correndo riscos de esgotamento de recursos naturais e desabastecimento. As fontes mais tradicionais como a queima de carvão mineral, por exemplo, atualmente estão sendo substituídas por métodos menos agressivos ao ambiente natural.

Em relação ao consumo de energia no Brasil (para todas as atividades), as fontes não renováveis mais utilizadas são o petróleo, o gás natural e o carvão mineral, perfazendo 56,9% do total de energia convertida. Por outro lado, as fontes renováveis mais utilizadas são a biomassa da cana, a hidráulica e o carvão vegetal,

responsáveis por 36,4% da matriz. No total, as fontes renováveis são responsáveis por 41,2% e as fontes não renováveis por 58,8% do total de energia que se usa no Brasil (EPE, 2016).

Quando se trata de energia elétrica, o Brasil conta com 64% de sua matriz em hidrelétricas. A produção de energia eólica representa 3,5%, apesar de a potência instalada estar em 7%. Porém em comparação entre os anos de 2014 e 2015, a geração de energia eólica obteve crescimento de 77,1%, só não sendo maior do que o crescimento da energia solar fotovoltaica, que foi de 266,4% no mesmo período (EPE, 2016).

A conversão de energia por fonte eólica centralizada está em crescimento no Brasil e no mundo e, segundo Ignácio (2007), esta é considerada uma fonte secundária de energia renovável, proveniente das fontes primárias: solar e gravitacional. Porém são poucas as informações acerca da geração distribuída desse tipo de energia.

Ao mesmo tempo em que existe a facilidade de consumir energia elétrica, existe a cobrança pelo consumo, pela ligação, incidência de impostos, taxas administrativas, taxa de iluminação pública e eventualmente outras cobranças. Todas a cargo do consumidor usuário do sistema de eletrificação do Brasil. Além de todos os encargos, o grupo de consumidores ainda encontra-se sob a condição de agente passivo em relação aos possíveis problemas relativos ao sistema elétrico como um todo. Problemas de transmissão, de infraestrutura, de geração, entre outros, refletem muitas vezes em desabastecimento de energia elétrica que chega até o consumidor final.

Neste contexto a geração distribuída e a geração compartilhada de energia elétrica surgem como soluções, ainda alternativas, que podem apresentar benefícios diretos ao consumidor final de eletricidade. Ao utilizar fontes próprias de conversão de energia, minimizam-se alguns dos problemas apresentados e, dependendo da fonte de energia, contribui-se para preservação do meio ambiente.

O uso de turbina eólica de pequeno porte para produção própria de eletricidade reafirma estas proposições, acentuando benefícios não só a quem produz, mas também às gerações futuras, visto que grande parte da degradação do ambiente natural é causada pela exploração inadequada de recursos e processos de conversão de energia. Cita-se a queima de combustíveis fósseis como maior causadora desta degradação.

Além dos benefícios descritos, existe o benefício econômico. O benefício econômico para produtores de energia para consumo próprio existe na forma da independência total ou parcial das concessionárias de energia. Esta vantagem pode ainda não ser de conhecimento de uma parcela grande de consumidores. O desconhecimento sobre investimento em geração própria ainda é um dos maiores entraves para não aderência a esta atividade.

A descentralização da produção de eletricidade reflete uma tendência atual de independência de concessionárias que, muitas vezes, deixam a desejar pela má qualidade dos serviços de fornecimento de energia elétrica prestados aos seus clientes consumidores. Consoante a isso estão o ganho da qualidade do ambiente natural e redução de emissões de poluentes na natureza, e ainda o ganho econômico que a prática pode proporcionar.

Entretanto para concretização de um cenário de geração distribuída de energia, é necessário que os agentes envolvidos tenham efetiva convicção de tais benefícios. O órgão de regulação responsável pela implementação de políticas públicas referentes ao setor elétrico no Brasil é a ANEEL – Agencia Nacional de Energia Elétrica. A ANEEL instituiu legislação específica que trata de geração distribuída e geração compartilhada no Brasil, fazendo sua parte para alavancar essa prática. No entanto a divulgação para a população ainda é bastante tímida.

Neste contexto pode-se aplicar o design da informação como uma possível solução, entre outras, para o problema exposto. Design da informação caracterizado como instrumento ou ferramenta, utilizado com objetivo de aumentar o conhecimento sobre tal tema e mostrar para a população que existem opções às tradicionais concessionárias de energia. Ao oferecer informações sobre geração distribuída através das ferramentas de design da informação, as opções de tomada de decisão sobre aderir a este sistema tornam-se mais claras.

As tecnologias da informação e comunicação encontram-se em uma fase de desenvolvimento em que a visibilidade de produtos desta natureza está bastante alta. Design da informação pode ser tratado no âmbito da tecnologia da informação, no desenvolvimento de sistemas de informação inseridos na *web*. Tais sistemas têm se destacado na função de disseminar conteúdos.

A discussão de questões relativas aos benefícios da geração distribuída de energia e sua divulgação é o tema principal deste estudo, onde se pretende abordar como o desenvolvimento de um sistema de informação baseado na internet pode

auxiliar na divulgação dos benefícios da descentralização da produção de energia elétrica.

1.2. JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO

Pesquisas em design em nível de doutorado, no Brasil, podem ser consideradas recentes, pois design, como um curso independente, foi constituído no formato de graduação somente entre 1962 e 1963 com a ESDI – Escola Superior de Desenho Industrial, no Rio de Janeiro, e pós-graduação (nível mestrado acadêmico), em 1994 na PUC-Rio (DINIZ, 2014).

Apesar de ser recente, o estudo na área de design pode permear outras diversas áreas quando se pensa em design como a ciência do artificial, desenvolvimento de projeto de produto. Porém há que se diferenciar design como prática e design como pesquisa.

Segundo Calvera (2006), existe o mundo acadêmico voltado ao treinamento de pessoas e gerar conhecimento, assim como existe a parte externa “ávida” à promoção econômica da sociedade, ou seja, os resultados de pesquisas acadêmicas devem satisfazer os padrões acadêmicos, mas devem também sair de dentro dos laboratórios e promover desenvolvimento social.

Considera-se este um dos motivos pela qual o desenvolvimento de produto, fruto de pesquisas acadêmicas, tenha uma contribuição importante também para sociedade.

Ao mesmo tempo, ao constatar essa importância, destaca-se que problemas oriundos da sociedade podem ser encarados como oportunidades para realização de pesquisas específicas. Assim é visto, nesta pesquisa, o fato da carência de informações sobre geração de energia elétrica.

Além da desinformação, existem outros problemas que afetam inclusive a geração centralizada de eletricidade no Brasil.

Apesar de a estimativa do governo federal do Brasil, em 2014, ter sido de um aumento de 9,4 mil MW de energia elétrica nos parques geradores do país para atender a expectativa de crescimento da economia, o setor ainda encontra alguns problemas e enlacs.

Ao analisar alguns problemas no contexto da energia eólica, por exemplo, pode-se citar o Relatório Anual do Mercado de Energia Eólica, organizado pelo

Global Wind Energy Council - GWEC (2013), que aponta os obstáculos chave para o desenvolvimento da energia eólica no Brasil.

Segundo o GWEC (2013), existem quatro desafios que devem ser superados: (i) novas regras de financiamento do FINAME (linha de crédito do BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, para financiamento de máquinas e equipamentos); (ii) exigência do aumento das garantias físicas por parte do Ministério das Minas e Energias, uma vez que passou de 50% para 90% a exigência da probabilidade de geração de energia; (iii) as dificuldades de logística representadas pela necessidade do melhoramento da infraestrutura de estradas, pontes e viadutos para transporte de equipamentos que compõem as usinas eólicas e (iv) as linhas de transmissão e distribuição, pois segundo este relatório, existem 48 usinas eólicas a espera de ligação na rede nacional de energia elétrica, além da falta de uma cláusula de proteção para os casos em que o sistema de transmissão não for viável.

Nesse contexto, surgem diversas iniciativas de mini e microgeração. No Brasil existem atualmente 3.650 agentes investindo no mercado de geração de energia elétrica, segundo a ANEEL (2014b). Para os destinos de energia, identificados como APE (Autoprodução de Energia) e PIE (Produção Independente de Energia), são 253 e 1.734 agentes respectivamente. O destino denominado REG, que integra agentes em fase de registro, incluindo os registros a partir da RN 482/2012, que instituiu a geração distribuída no Brasil, conta com 1.584 agentes de geração.

O número de participantes do sistema de geração (eólico de pequeno porte) está em desacordo com a potência total instalada, ou seja, a capacidade de geração de eletricidade com turbinas de pequeno porte está bastante além do que se pratica. O mercado de aerogeradores com estas características mostra-se tímido (apenas 1,2% da potência total dos projetos) diante do grande potencial de crescimento (DUTRA; PEREIRA; MONTEZANO, 2015b).

Em 2012 o governo federal do Brasil instituiu, através da Resolução Normativa 482/2012 da ANEEL, um incentivo a todos os interessados em converter sua própria energia em micro e mini escala de produção. Este tema será abordado mais especificamente na fundamentação teórica, no capítulo 2 da tese.

Existe legislação que regulamenta a geração distribuída e geração compartilhada no Brasil, mas não existe divulgação adequada para esse benefício.

Segundo o relatório técnico 02 do CEPEL (Centro de Pesquisas de Energia Elétrica) intitulado Aerogeradores de pequeno porte: percepção dos produtores, encomendado pelo Ministério de Minas e Energia do Brasil, publicado em 2015, são indicadas algumas recomendações para consolidar potenciais estratégias de fomento ao segmento de aerogeradores de pequeno porte. Tais recomendações advêm do estudo feito por esta instituição com o intuito de analisar o mercado, a viabilidade e a visão dos agentes para assim fomentar o debate em relação às turbinas eólicas de pequeno porte. Entre as recomendações do relatório está a seguinte: “estratégias de divulgação para outros segmentos da sociedade, não se restringindo a divulgar a tecnologia a nichos essencialmente tecnológicos. Deve-se ampliar essa divulgação a segmentos afins a sustentabilidade.” (DUTRA; PEREIRA; MONTEZANO, 2015b).

Neste sentido, o relatório citado torna oficial a necessidade de divulgação da geração descentralizada de energia no Brasil. A necessidade está posta, apresentando uma lacuna para realização de pesquisas na área, a fim de explorar o tema e propor soluções que possam auxiliar a suprir tal necessidade.

Além da necessidade exposta, constata-se o crescimento e a popularização de sistemas *web-based* (sistemas e/ou aplicativos em formato de páginas de internet). Somente a GitHub, que é uma empresa norte americana de hospedagem de aplicações *web*, conta com mais de 47 milhões de projetos de aplicativos hospedados e mais de 18 milhões de usuários em 2016 (GITHUB, 2016).

O número elevado de aplicativos mostra a importância que este tipo de manifestação possui, seja para fins comerciais, institucionais ou outros, de propor soluções de informação para uma demanda qualquer. A adoção de sistemas de informação tornou-se uma maneira eficiente de encontrar o público ao qual se pretende atingir.

O contexto citado apresenta dados relacionados à energia elétrica e design de sistemas de informação na forma de aplicações *web*, além de um conjunto de iniciativas com objetivos distintos, mas que convergem para o tema da energia e da tecnologia da informação. A realização desta pesquisa também se justifica por avaliar que existam necessidades específicas da área de geração de energia eólica descentralizada, principalmente em relação à divulgação, que podem ser analisadas sob a ótica do design, para estudar, compreender, avaliar e propor soluções integradas, fruto de pesquisa acadêmica.

1.3. PROBLEMA DE PESQUISA

Como desenvolver um sistema de informação *web-based* e um aplicativo de simulação para a área de energia eólica para auxiliar na divulgação dos benefícios da descentralização da produção de energia elétrica para consumidores finais no Brasil?

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo geral

Desenvolvimento de um sistema de informação com aplicativo de simulação *online* para auxiliar a divulgar benefícios da geração distribuída de energia elétrica com turbina eólica de pequeno porte

1.4.2. Objetivos específicos

- Desenvolver fundamentação teórica a fim de identificar e compreender o contexto e os processos que envolvem energia eólica e desenvolvimento de aplicações *web*;
- Desenvolver metodologia de intervenção centrada na fundamentação teórica para produção de um sistema de informação *web-based* na área de energia eólica;
- Implementar, a título de protótipo funcional, o sistema de informação de acordo com a metodologia estabelecida;
- Desenvolver um programa de divulgação do referido sistema para aumentar a quantidade de acessos;
- Avaliar, sob a ótica do design, o processo produtivo, os resultados de acessos e a eficiência do sistema de informação proposto em relação às interações realizadas.

1.5. DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

Este é um trabalho de pesquisa acadêmica em Design cujo tema abordado pode refletir nas áreas de tecnologia da informação e engenharia.

Apesar de contar com algumas atividades desenvolvidas normalmente por engenheiros e/ou programadores, esta pesquisa está inserida na área das ciências sociais aplicadas, abordando principalmente uma metodologia para o desenvolvimento de produto. Por esse motivo, busca-se tratar o tema com amplitude, sem um maior aprofundamento em uma única área.

Será abordado nesta pesquisa apenas o uso de turbina eólica de pequeno porte. Os principais dados elencados na primeira parte da fundamentação teórica são advindos de fontes do Brasil. Esta delimitação foi necessária para o desenvolvimento adequado do produto proposto, uma vez que a quantidade de informações acerca deste tema é extensa e poderia demandar um tempo de trabalho que não condiz com o cronograma previamente proposto para a pesquisa.

Ao delimitar a pesquisa, o produto desenvolvido também apresentará restrições de acordo com a abrangência do tema estudado e proposto na metodologia e elaboração do sistema de informação. Porém tal delimitação não significa que o método não possa ser posteriormente ampliado, podendo abranger um espectro maior de funcionalidades para o sistema, bem como um estudo mais aprofundado sobre questões que envolvam design da informação, usabilidade, interação humano-computador e, é claro, tudo aquilo que é pertinente a conversão de energia eólica.

1.6. ESTRUTURA DA TESE

Será apresentada a estrutura da tese com os seguintes capítulos:

No capítulo 1 destaca-se a introdução ao tema com uma contextualização, seguido da justificativa e motivação para realização da pesquisa. Posteriormente apresenta-se o problema de pesquisa, objetivos geral e específicos, delimitação do trabalho e estrutura da tese.

No capítulo 2 encontra-se a fundamentação teórica, dividida em três partes: Energia em edificações e em cidades, onde discorre-se sobre conversão de energia, principalmente energia eólica; Sistemas de informação, onde são apresentados métodos de desenvolvimento de aplicativos, design e tecnologia da informação, design para *web*, aplicativos *web* e; Sistemas para análise de viabilidade, onde aborda-se viabilidade técnica e econômica para projetos de geração de energia eólica.

No capítulo 3 é apresentado o desenvolvimento do produto da pesquisa. Destaca-se o método adotado no processo de implementação do sistema. São abordadas estratégias de divulgação do produto, a usabilidade do sistema e comparação com sistemas existentes.

O capítulo 4 apresenta os resultados da aplicação da metodologia, tendo como instrumentos o registro de acessos ao sistema e as respostas ao formulário de avaliação pelo público.

Por fim o capítulo 5 apresenta as conclusões da pesquisa e cita algumas sugestões para futuras pesquisas que se possam fazer a partir desta.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão apresentadas as bases teóricas que fornecerão a fundamentação para a pesquisa. A fundamentação teórica está dividida em três partes. Na primeira parte serão abordados conceitos relacionados à geração distribuída e geração compartilhada de energia elétrica em meio urbano, turbinas eólicas de pequeno porte e ações e projetos de informação na área de energia distribuída, contribuindo assim para entendimento mais aprofundado sobre este tema. Na segunda parte serão abordados temas relacionados aos sistemas computacionais, design e tecnologia da informação, que irão auxiliar na etapa de implementação do sistema proposto. Uma abordagem sobre sistemas para análises de viabilidade será feita na terceira parte, completando assim a fundamentação teórica desta pesquisa.

2.1. ENERGIA EM EDIFICAÇÕES E EM CIDADES

Energia elétrica é fundamental para o funcionamento de atividades do cotidiano das pessoas. A humanidade depende de equipamentos consumidores em quase a totalidade do tempo.

Nos centros urbanos essa necessidade é acentuada e evidencia a dependência por energia. Investimentos na área, melhorias de infraestrutura, incentivo por parte de agentes públicos, arrecadação de impostos por parte dos governos. Todos esses aspectos elevam a importância da cadeia produtiva e consumidora de energia elétrica.

A especialização no consumo, além do acréscimo de consumidores, faz com que as concessionárias de energia no Brasil tenham que manter um nível de qualidade no fornecimento. Além das concessionárias, as distribuidoras, as geradoras e as transmissoras também precisam prestar serviços com qualidade para atingir um nível mínimo de exigência. Por isso esses agentes executam constantemente ações e projetos na área de energia para qualificar o serviço. Tais proposições devem tornar-se visíveis para a população, surgindo assim projetos de informação na área de energia elétrica.

2.1.1. Energia eólica para geração distribuída

O desenvolvimento da energia eólica comercial se deu primeiramente nos Estados Unidos e em alguns países da Europa como Alemanha e Dinamarca. Esses países concentravam as principais indústrias de turbinas eólicas há menos de uma década atrás (HAU, 2006). Atualmente a China e a Índia entraram com grande contribuição nesse mercado.

Entretanto geração distribuída e geração compartilhada de energia se dão quando são utilizados equipamentos de conversão local, por exemplo, painéis solares e Turbinas Eólicas de Pequeno Porte – TEPP (ANEEL, 2014a).

Quando se trata de energia eólica, são necessários fatores como disponibilidade de vento para viabilidade da geração. Apesar de não ser possível prever com exatidão o quanto é possível gerar de energia, pode-se fazer medições de velocidade de vento com anemômetros. Quanto mais medições forem feitas em um mesmo local, mais confiáveis serão as previsões de vento, melhorando a confiabilidade para instalação de um aerogerador. O vento é um entre outros fatores determinantes no que diz respeito à conversão de energia para uso próprio.

Assim a energia distribuída apresenta seus desafios e benefícios. Quanto mais eficiente o processo de geração, mais complexo é sua implementação e manutenção.

Atualmente algumas turbinas estão aptas a serem ligadas na rede de concessionárias de energia elétrica no Brasil (*grid-tie*). Esse fato incentiva ao recebimento de créditos de energia para produções excedentes, configurando assim a geração distribuída ou geração compartilhada de energia (ANEEL, 2014a).

2.1.2. Turbina Eólica de Pequeno Porte - TEPP

A geração de energia para uso próprio pode ser feita de diversas formas, entre elas, através de painéis solares, combustão de biomassa, geradores eólicos etc. Nesta pesquisa será abordada conversão de energia por aerogeradores, que são máquinas projetadas e construídas para conversão de vento em energia elétrica. Existem aerogeradores de diversos tamanhos e configurações. Segundo a IEC 61400-2 (2006), turbinas eólicas de pequeno porte são aquelas cuja área varrida pelas pás é menor de 200m², e que contam com potência igual ou inferior a 50kW.

Alguns parâmetros como tamanho, potência e usos são apresentados na Tabela 1 elaborada por Wood (2011).

Tabela 1 -Parâmetros de turbinas eólicas de pequeno porte

Categoria	Potência P (kW)	Raio R (m)	Máxima rotação Ω (RPM)	Uso típico	Tipo de gerador
Micro	≤0,5	1,5	700	Pequenas embarcações	Imã permanente (PMG)
Médio	0,5 - 5	2,5	400	Sistemas isolados e conexão com a rede	PMG ou indução
Mini	20 – 50+	5	200	Mini rede elétrica e comunidades isoladas	PMG ou indução

Fonte: adaptado de Wood (2011)

Na Tabela 1 pode-se ver que a potência está atrelada ao tamanho do rotor, assim como a quantidade de rotações por minuto e o tipo de gerador elétrico.

O limite de potência considerado para projetos de aerogeradores é definido pelo limite de Betz¹. Segundo Wood (2011), esse limite aplica-se em turbinas de qualquer tamanho, mas algumas características de funcionamento são aplicáveis apenas para turbinas de pequeno porte.

Wood (2011) ressalta a necessidade que turbinas de pequeno porte têm de dar a partida em locais com poucos ventos. Nesse caso a resistência que o gerador impõe através do torque necessário para início da rotação pode representar um problema, já que essa modalidade de aerogerador não conta com controle de passo ativo.

Outro aspecto citado por Wood (2011) que influencia no projeto de turbinas de pequeno porte é o baixo número de Reynolds² requerido para melhor aerodinâmica das pás. Já as turbinas de grande porte contam com mecanismos de guinada para acompanharem a direção do fluxo de ar. Esses mecanismos normalmente possuem anemômetros e são programados para funcionar de forma autônoma. Nos geradores pequenos são utilizados lemes para garantir a direção adequada do rotor em relação ao vento. Os mecanismos utilizados nos aparelhos grandes acabam sendo mais

¹ Coeficiente de potência máxima de Betz, físico alemão que em meados da década de 1920 realizou estudos sobre escoamento de ar em tubos relacionando velocidade anterior e posterior ao anteparo das pás de um rotor e determinou que a potência máxima que uma turbina eólica pode obter é 59%.

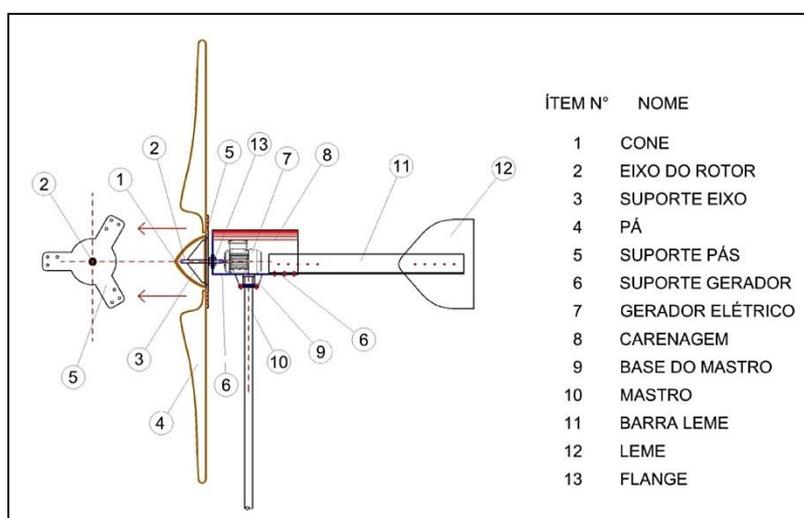
² Número adimensional usado em mecânica dos fluídos para avaliar se o regime de escoamento é laminar, transitório ou turbulento.

eficientes, porém mais caros; por isso não são utilizados em turbinas pequenas. Segundo Wood (2011), 3 entre 5 turbinas de pequeno porte apresentam leme como mecanismo de guinada.

Assim como o mecanismo de guinada, o mecanismo de freio das turbinas de grande porte aumenta a segurança na operação. Quando o vento se torna muito forte, essas turbinas acionam um freio mecânico que se encontra, normalmente, no eixo do rotor. Em turbinas pequenas não é viável instalação de freio mecânico (WOOD, 2011).

Uma turbina eólica de pequeno porte comum, desenvolvida na pesquisa de Pires (2010), pode ser vista na Figura 1, onde estão listadas suas partes.

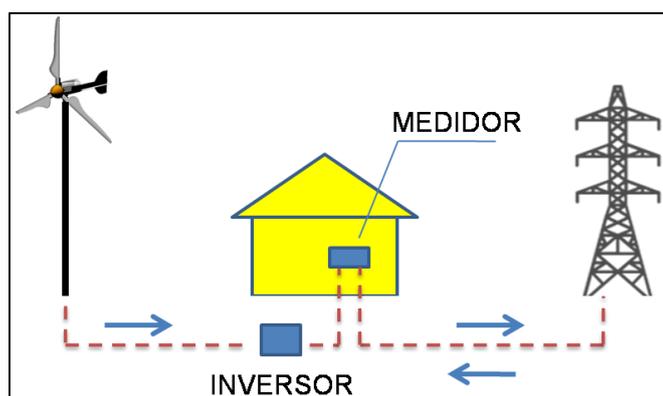
Figura 1- Partes da turbina eólica de pequeno porte



Fonte: Pires (2011)

Sistemas de geração de energia de pequeno porte não são compostos apenas pelo equipamento de conversão, como turbinas eólicas ou painéis fotovoltaicos. Estes sistemas necessitam de outros equipamentos para o funcionamento. A conversão com aerogeradores pressupõe uso de inversor de carga para transformação da corrente contínua em corrente alternada. Além disso, se o sistema de geração for conectado à rede de uma concessionária de energia elétrica, será necessário um equipamento de medição de energia nos dois sentidos, pois a energia excedente gerada deverá retornar à rede. A quantidade de energia que retorna para rede deve ser medida para ser convertida em créditos de energia a ser utilizado pelo proponente do sistema. A Figura 2 mostra o esquema do fluxo de energia em um sistema conectado à rede.

Figura 2 - Fluxo energia com dupla medição



Fonte: o autor

Na Figura 2 pode-se ver que a energia elétrica convertida com o aerogerador passa inicialmente por um inversor de carga que a transforma em corrente alternada com tensão apropriada, normalmente 127 ou 220v (própria para uso em aparelhos elétricos residenciais). Alguns aerogeradores contam com um inversor dentro da própria carenagem, como é o caso do modelo Skystream da empresa Southwest Windpower. Após a tensão estar adequada, o fluxo de energia segue até um medidor de energia elétrica. O medidor deve ser próprio para fluxo nos dois sentidos, denominado bidirecional. A concessionária de energia é responsável pela leitura do medidor para fornecer eletricidade ao domicílio ou receber eletricidade convertida pela turbina eólica em sua rede.

Além do inversor e do medidor bidirecional, alguns sistemas de geração que não são projetados para conexão com a rede de concessionárias podem contar com acumuladores de energia, ou seja, baterias. Para estes casos, um conjunto de baterias poderia ser abastecido e mantido pelo uso de um aerogerador de pequeno porte. O uso da eletricidade pelo proponente estaria garantido enquanto houvesse carga nos acumuladores. Estes casos podem ser considerados para abastecimento de domicílios isolados, onde não há o atendimento por concessionárias de energia elétrica (*off-grid*).

Nesta pesquisa, para o desenvolvimento do produto aqui elaborado, serão considerados sistemas para conexão na rede de concessionárias, pois o objetivo é exaltar e aumentar o conhecimento dos benefícios da geração distribuída, principalmente no que diz respeito à possibilidade de receber créditos de energia no caso de excedente de energia gerada.

A geração de energia própria, seja com turbina eólica ou com painéis solares fotovoltaicos, configura benefícios econômicos e ambientais. No caso do uso de turbinas de pequeno porte, a região onde a mesma será instalada fará diferença na eficiência da conversão, pois quanto mais vento constante, melhor a operação.

Fabricantes de turbinas para geração própria de energia têm consciência disso e, por conta de um melhor aproveitamento, incorporam aspectos técnicos mecânicos e aerodinâmicos nos projetos de seus equipamentos. Assim é possível gerar energia em praticamente qualquer local, mesmo em meio urbano. Essa vantagem difere os autoprodutores de energia dos parques eólicos que operam em locais bastante específicos.

Em relação aos fabricantes de turbina eólica de pequeno porte, pode-se citar alguns como a Aeolos da Dinamarca, que foi fundada em 1986 e fabrica modelos que vão de 300W até 10kW de potência, a chinesa Exmork, que fabrica pequenas turbinas a mais de 10 anos. Nos Estados Unidos encontra-se a empresa Southwest Windpower, fabricante da Skystream, turbina eólica de pequeno porte largamente apreciada pelo mundo. No Brasil a empresa Energia Pura comercializa essa turbina.

Existem alguns fabricantes de turbinas de pequeno porte no Brasil. A Enersud é um exemplo. Segundo a página da Enersud na internet, a empresa iniciou em 2001, está sediada no Rio de Janeiro e fabrica aerogeradores denominados Notus 138/112, com potência de 250W e 350W, Turbina Gerar 246, com potência de 1kW e Turbina Eólica Verne 555 com potência de até 6kW, além de alternadores. Ainda existem no Brasil outros fabricantes como a Altercoop, que fabrica turbinas de 500W, 1kW e 15kW.

A Eletrovento Geradores Eólicos é outro fabricante com modelos de turbinas de 500W e 5kW. No Rio Grande do Sul, em Santa Rosa, existe a metalúrgica Fratelli, que iniciou suas atividades em 1986 e começou a desenvolver turbinas eólicas em 2009. A Fratelli conta com modelos de 1kW e 2kW e esses modelos têm como principal característica as pás feitas em alumínio.

O Quadro 1 mostra alguns fabricantes e algumas características de seus geradores.

Quadro 1 – Fabricantes e modelos de geradores de pequeno porte pesquisados no trabalho

Nome fabricante	Potência Velocidade	Diâmetro (3 pás)	Características	Material das pás	Preço
Enersud (Brasil) – Linha Gerar 246	1000W 12m/s	2,46m	650 rpm a 12m/s	Fibra vidro	
Fratelli (Brasil) – Linha GEF 1.0	1000W 11,1m/s	2,8m	Pode ser conectada à rede	Alumínio	
Southwest Windpower (Australia) – Linha Whisper 200	1000W 11,6m/s	2,70m	Peso: 40kg – Vento limite: 55m/s	Fibra vidro	US\$ 4.490,00
Aeolos Wind Turbine (Dinamarca) – linha Aeolos H1kW	1000W 12m/s	3,20m	Pode ser conectado à rede em alguns países. Vida útil: 30 anos	Fibra vidro	
Aero Craft (Alemanha) – linha AC 1002 H	1000W – 9m/s	2,40m	600 rpm – Peso 45kg	Fibra vidro	
Exmork New Energy Company (China) – linha FD-1kW	1000W 8m/s	2,80m	380 rpm – Tempo de vida útil: 15 anos	Fibra vidro	
Kestrel Wind Turbines (South Africa) – linha e 300i	1000W – 11m/s	3,00m	600 rpm	Fibra vidro	US\$ 3.903,00
Zephyr Corporation (Japão) – linha Airdolphin GTO	1100W 12,5m/s	1,80m	Pode ser conectada à rede	Fibra carbono	US\$ 6.272,00

Fonte: Pesquisa em *websites* de fabricantes (2016)

Analisando o Quadro 1, em relação aos preços dos equipamentos e às potências prometidas por alguns fabricantes, nota-se que o custo médio do kW é US\$ 4.888,33 para as turbinas de pequeno porte, com preços obtidos nesta pesquisa. Para equipamentos de grande porte (turbinas com capacidade instalada de aproximadamente 2 MW, rotor com aproximadamente 100m de diâmetro), segundo Moné et al (2015), o custo de referência estimado está na ordem de US\$ 1.221,00 por kW. Conforme se reduz o tamanho da turbina, aumenta o custo do kW.

Alguns dos equipamentos elencados no Quadro 1 tem seu preço calcado apenas na turbina eólica, sem considerar o sistema de geração completo. Um sistema de geração de energia com turbina eólica de pequeno porte pode ser constituído por diversos equipamentos, componentes e serviços agregados para garantir o funcionamento.

Sistemas de geração com TEPP pode ser constituído de duas maneiras: sistema isolado, com uso de baterias para acumular energia e sistemas conectados à rede de concessionárias de energia elétrica, sem uso de baterias.

Um exemplo de preços de um sistema de geração, considerando turbina sem ligação na rede (*off-grid*), própria para uso em sistemas isolados, com baterias, pode ser visto no Quadro 2.

Quadro 2 - Orçamento sistema eólico isolado

Quantidade	Item	Preço (R\$)	Total (R\$)	Este orçamento foi obtido em 03 de dezembro de 2015 da empresa brasileira Energia Pura Empreendimentos. A turbina eólica da marca Air Breeze tem rotor de aproximadamente 1,17m de diâmetro e gera em torno de 40kWh/mês com vento a 5,8m/s. Potência nominal de 160W. (Informações do fabricante).
01	Aerogerador Air 40 (Air Breeze modelo Gerar)	5.819,00	5.819,00	
02	Bateria estacionária Moura Clean 220 Ah	1.665,00	3.330,00	
01	Inversor CC-CA 400 W Unitron SP400	850,00	850,00	
01	Frete e instalação	650,00	650,00	
Total		8.984,00	10.649,00	

Fonte: Dados da pesquisa

2.1.3. Ações e projetos de informação na área de energia distribuída

Energia distribuída ou geração distribuída de energia está associada à conversão local de energia, ou conversão e consumo pelo mesmo grupo.

Historicamente geração distribuída de energia surgiu nos Estados Unidos em meados de 1978, quando as concessionárias de energia mudaram sua legislação. Essa mudança foi ampliada em 1992 pelo Energy Policy Act, acarretando na desregulamentação da geração de energia. O fato tornou pequenos produtores mais livres para produzirem sua própria energia e incentivou outros países a aderirem ao proposto nessas mudanças, apoiados pelo progresso tecnológico no campo da computação e telecomunicações (INEE, 2016 e BARBOSA E AZEVEDO, 2013).

Geração distribuída é uma ferramenta estratégica, pois incentiva o uso de recursos naturais renováveis distribuídos localmente, contribuindo para redução de emissões de Gases do Efeito Estufa – GEE (BARBOSA E AZEVEDO, 2013).

No Brasil, em 2004, foi instituído o Decreto nº 5.136/2004, que determinou o conceito de geração distribuída. Tal lei especificou que é possível conectar qualquer fonte geradora ao sistema de distribuição de energia elétrica, exceto fontes hidráulicas com capacidade instalada superior a 30 MW e unidades térmicas com rendimento inferior a 75% (CGEE, 2012).

A partir dessa lei foi estabelecido o PRODIST, Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional, com algumas regras como:

- Procedimentos para a conexão;
- Nível de tensão de conexão, dependendo do nível de potência;
- Requisitos mínimos de proteção;
- Equipamentos de medição;
- Níveis de qualidade aceitáveis para conexão das unidades.

Porém essa iniciativa não foi suficiente para desencadear um movimento maior de adesão ao sistema de geração distribuída por parte da sociedade.

A partir desse fato foi realizada em 2010 uma consulta pública a fim de se obter contribuições para o setor de energia elétrica. Entre as contribuições recebidas, a que foi considerada de senso comum foi a formulação de requisitos mínimos para conexão das unidades de geração. Esses requisitos deveriam ser aceitos pelas distribuidoras de energia de todo o país.

O tema geração distribuída ainda assim não havia ganhado repercussão nacional quando, em abril de 2012, a ANEEL Agência Nacional de Energia Elétrica, que regula o setor de energia elétrica no Brasil, publicou a Resolução Normativa 482 que estabelece as condições gerais para acesso de mini e microgeração distribuída ao sistema de distribuição de energia elétrica. Além disso, a resolução trata do sistema de compensação de energia elétrica (ANEEL, 2014a). Em 2015 a RN 687, que altera a RN 482, estabeleceu que para ser considerada central microgeradora esta deve ter potência instalada igual ou menor a 75 kW. Já as centrais minigeradoras devem ter potência superior a 75 kW e igual ou inferior a 3 MW para fontes hídricas e igual ou inferior a 5 MW para demais fontes renováveis (ANEEL 2016a). Além disso, outra condição imposta pela ANEEL é que a geração seja feita através de fontes renováveis como solar, eólica, biomassa entre outras.

O incentivo no recebimento de créditos de energia para produtores que gerarem mais energia do que consumirem representa um atrativo no contexto da geração distribuída e geração compartilhada. Essa prática elimina a obrigação do uso de baterias acumuladoras para se utilizar energia em períodos em que não se pode gerar, no caso da falta de vento para turbinas eólicas, por exemplo (CGEE, 2012).

Projetos na área de energia distribuída podem advir dos diversos interessados no setor, porém é mais difícil serem propostos por consumidores em geral pela falta

de informações relativas ao tema. Além disso, nota-se o desinteresse por parte das concessionárias de energia elétrica no Brasil pela correta divulgação dos benefícios das modalidades de geração de energia própria.

Nota-se também o tímido modo com que a ANEEL trata o tema. Por ser o órgão que regula a geração (produção), transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica no Brasil, poderia instituir maior visibilidade no que tange os benefícios de geração distribuída e geração compartilhada no país.

O Quadro 3 apresenta uma relação de distribuidores de energia no Brasil. A relação das empresas foi feita com base na ABRADDEE (Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica) e em pesquisa nas páginas de internet de cada uma das empresas constantes no quadro.

Quadro 3 – Iniciativas de divulgação de Geração Distribuída por concessionárias no Brasil

Estado	Concessionária	Iniciativa de divulgação de GD na página
RS	AES Sul - AES Sul Distribuidora Gaúcha de Energia S.A.	Cita normas técnicas relativas à GD para ligação elétrica na rede da concessionária.
	CEEE - Companhia Estadual de Distribuição de Energia Elétrica	Disponibiliza, em arquivo PDF, procedimentos técnicos para ligação de fonte geradora na rede.
	RGE - Rio Grande Energia S.A.	Disponibiliza, em arquivo PDF, procedimentos técnicos para ligação de fonte geradora na rede.
SC	CELESC-D - Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A.	Apresenta notas sobre GD em um canal de notícias da página.
	IGUAÇU - Iguaçu Distribuidora de Energia Elétrica Ltda.	Disponibiliza, em arquivo PDF, procedimentos técnicos para ligação de fonte geradora na rede.
PR	COPEL-DIS - Cia. Paranaense de Energia	Disponibiliza informações na área institucional sobre GD.
	ENERGISA ELO - Cia. Força e Luz do Oeste	Disponibiliza, em arquivo PDF, procedimentos técnicos para ligação de fonte geradora na rede.
SP	AES ELETROPAULO - Metropolitana Eletricidade de São Paulo S.A.	Cita normas técnicas relativas à GD para ligação elétrica na rede da concessionária.
	CPFL JAGUARI - Companhia Jaguari de Energia	Apresenta notas sobre GD em um canal de notícias da página.
	CPFL LESTE - Companhia Paulista de Energia Elétrica	Apresenta notas sobre GD em um canal de notícias da página.
	CPFL MOCOCA - Companhia Luz e Força de Mococa	Apresenta notas sobre GD em um canal de notícias da página.
	CPFL PAULISTA - Companhia Paulista de Força e Luz	Apresenta notas sobre GD em um canal de notícias da página.
	CPFL PIRATININGA - Companhia Piratininga de Força e Luz	Apresenta notas sobre GD em um canal de notícias da página.
	CPFL SANTA CRUZ - Companhia Luz e Força Santa Cruz	Apresenta notas sobre GD em um canal de notícias da página.

Quadro 3 – Iniciativas de divulgação de Geração Distribuída por concessionárias no Brasil (continuação)

	CPFL SUL PAULISTA - Companhia Sul Paulista de Energia	Apresenta notas sobre GD em um canal de notícias da página.
	EDP BANDEIRANTE - Bandeirante Energia S.A.	Apresenta notas sobre GD em um canal de notícias da página.
	ELEKTRO - ELEKTRO Eletricidade e Serviços S.A.	Disponibiliza informações em uma aba da página principal sobre GD.
	ENERGISA BR - Empresa Elétrica Bragantina S.A.	Disponibiliza, em arquivo PDF, procedimentos técnicos para ligação de fonte geradora na rede.
	ENERGISA CI - Caiuá Distribuição de Energia S.A.	Disponibiliza, em arquivo PDF, procedimentos técnicos para ligação de fonte geradora na rede.
	ENERGISA NA - Companhia Nacional de Energia Elétrica	Disponibiliza, em arquivo PDF, procedimentos técnicos para ligação de fonte geradora na rede.
	ENERGISA VP - Empresa de Distribuição de Energia Vale Paranapanema S.A.	Disponibiliza, em arquivo PDF, procedimentos técnicos para ligação de fonte geradora na rede.
MS	ENERGISA MS - ENERGISA Mato Grosso do Sul – Distribuidora de Energia S.A.	Disponibiliza, em arquivo PDF, procedimentos técnicos para ligação de fonte geradora na rede.
GO	CELG –D - Cia. Energética do Goiás	Disponibiliza, em arquivo PDF, procedimentos técnicos para ligação de fonte geradora na rede.
DF	CEB - Cia. Energética de Brasília	Disponibiliza informações em uma aba da página principal sobre GD.
MG	CEMIG –D - Cia. Energética de Minas Gerais	Disponibiliza informações na área de clientes corporativos sobre GD.
	DMED - DME Distribuição S.A.	Não foi encontrada informação.
	ENERGISA MG - Energisa Minas Gerais - Distribuidora de Energia S.A.	Disponibiliza, em arquivo PDF, procedimentos técnicos para ligação de fonte geradora na rede.
RJ	AMPLA - Ampla Energia e Serviços S.A.	Disponibiliza informações sobre GD em terceiro nível de menu.
	LIGHT - Light Serviços de Eletricidade S.A.	Disponibiliza informações sobre GD em terceiro nível de menu.
	ENERGISA NF - Energisa Nova Friburgo - Distribuidora de Energia S.A.	Disponibiliza, em arquivo PDF, procedimentos técnicos para ligação de fonte geradora na rede.
ES	EDP ESCELSA - Espírito Santo Centrais Elétricas S.A	Apresenta notas sobre GD em um canal de notícias da página.
	ELFSM - Empresa Luz e Força Santa Maria S.A	Cita normas técnicas relativas à GD para ligação elétrica na rede da concessionária.
BA	COELBA - Cia. de Eletricidade do Estado da Bahia	Cita normas técnicas relativas à GD para ligação elétrica na rede da concessionária.
SE	ENERGISA SE - Energisa SE	Disponibiliza, em arquivo PDF, procedimentos técnicos para ligação de fonte geradora na rede.
	SULGIPE - Cia. Sul Sergipana de Eletricidade	Cita normas técnicas relativas à GD para ligação elétrica na rede da concessionária.

Quadro 3 – Iniciativas de divulgação de Geração Distribuída por concessionárias no Brasil (continuação)

AL	Eletrobras AL - Eletrobras Distribuição Alagoas	Disponibiliza, em arquivo PDF, procedimentos técnicos para ligação de fonte geradora na rede.
PE	CELPE - Cia. Energética de Pernambuco	Apresenta notas sobre GD em um canal de notícias da página.
PB	ENERGISA BO - Energisa Borborema - Distribuidora de Energia	Disponibiliza, em arquivo PDF, procedimentos técnicos para ligação de fonte geradora na rede.
	ENERGISA PB - Energisa Paraíba	Disponibiliza, em arquivo PDF, procedimentos técnicos para ligação de fonte geradora na rede.
RN	COSERN - Cia. Energética do Rio Grande do Norte	Disponibiliza, em arquivo PDF, procedimentos técnicos para ligação de fonte geradora na rede.
CE	COELCE - Cia. Energética do Ceará	Disponibiliza, em arquivo PDF, procedimentos técnicos para ligação de fonte geradora na rede.
PI	Eletrobras PI - Eletrobras Distribuição Piauí	Disponibiliza, em arquivo PDF, procedimentos técnicos para ligação de fonte geradora na rede.
MA	CEMAR - Cia. Energética do Maranhão	Disponibiliza, em arquivo PDF, procedimentos técnicos para ligação de fonte geradora na rede.
PA	CELPA - Centrais Elétricas do Pará S.A.	Disponibiliza, em arquivo PDF, procedimentos técnicos para ligação de fonte geradora na rede.
AP	CEA - Companhia de Eletricidade do Amapá	Não foi encontrada informação.
RR	Eletrobras RR - Eletrobras Distribuição Roraima	Disponibiliza, em arquivo PDF, procedimentos técnicos para ligação de fonte geradora na rede.
AM	Eletrobras AM - Eletrobras Distribuição Amazonas	Disponibiliza, em arquivo PDF, procedimentos técnicos para ligação de fonte geradora na rede.
AC	Eletrobras AC - Eletrobras Distribuição Acre	Disponibiliza, em arquivo PDF, procedimentos técnicos para ligação de fonte geradora na rede.
RO	Eletrobras RO - Eletrobras Distribuição Rondônia	Disponibiliza, em arquivo PDF, procedimentos técnicos para ligação de fonte geradora na rede.
MT	ENERGISA MT - ENERGISA Mato Grosso – Distribuidora de Energia S.A.	Disponibiliza, em arquivo PDF, procedimentos técnicos para ligação de fonte geradora na rede.

Fonte: ABRADÉE (2016) e dados da pesquisa

A partir das informações contidas no Quadro 3, nota-se que as empresas concessionárias, no Brasil, não priorizam informações relativas a projetos de geração própria de energia por seus clientes. As informações existem, porém não estão localizadas nas partes principais dos sites. Na maioria dos casos, encontram-

se apenas em arquivos com extensão PDF, (cópias de documentos fornecidos pela ANEEL) anexados às páginas. Para acessar tais arquivos o usuário precisa passar por diversas páginas. Em alguns casos existe uma notícia sobre o tema, em outros casos, um pequeno texto, mas quase sempre “escondido”. Nota-se uma estratégia para dificultar o acesso aos conteúdos sobre geração própria de energia.

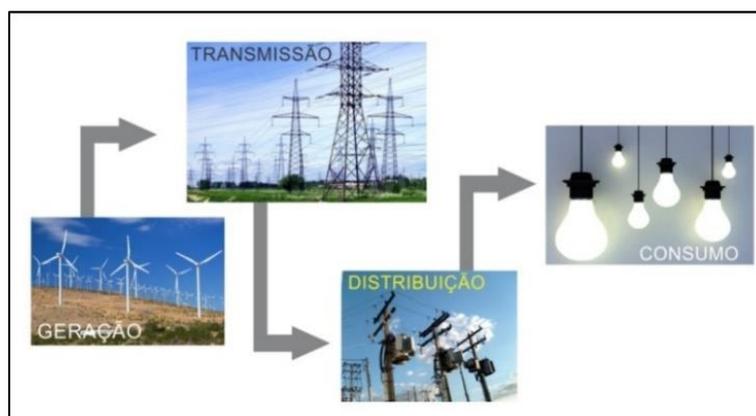
Os dados do Quadro 3 colaboram com a justificativa e motivação desta pesquisa, em relação à abordagem quanto às necessidades da criação de mecanismos de divulgação dos benefícios da geração distribuída. Considera-se que um dos principais meios de comunicação entre uma concessionária de energia elétrica e seus clientes seja seu *website*. Apesar disso e apesar de haver benefícios para quem gera sua própria energia, a maioria das concessionárias não se interessa em divulgar esses benefícios adequadamente, limitando-se a informar o mínimo sobre esse assunto e dificultando o acesso a tais informações.

2.1.3.1. Fluxo de energia em meio urbano

Energia elétrica é um bem de consumo. Como tal, deve ser entregue no local de consumo com um mínimo de qualidade para ser utilizada. Para isso, esse bem deve ser produzido e conduzido até o “ponto de consumo”, configurando um fluxo de energia (Figura 3).

O início do processo está na geração de eletricidade, que posteriormente é transmitida para centrais de distribuição por linhas de transmissão. As distribuidoras, por sua parte, fornecem (vendem) energia elétrica para os consumidores finais, que podem ser residências (pessoas físicas), empresas, indústrias, órgãos públicos e etc.

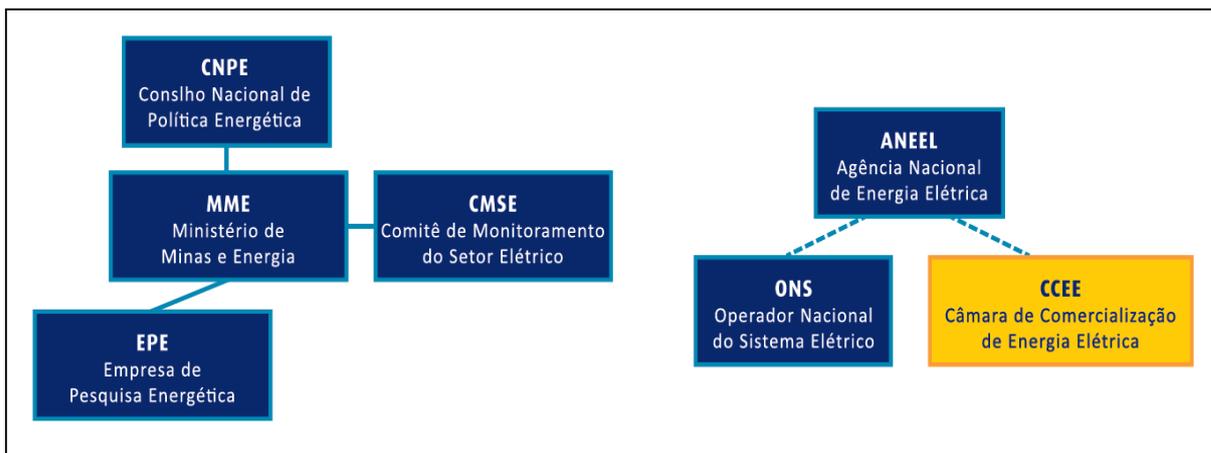
Figura 3-Fluxo da energia da geração ao consumo



Fonte: o autor

Esse fluxo de energia passa obrigatoriamente por um conjunto de instituições e empresas (públicas e/ou privadas) que juntas formam a organização do setor elétrico brasileiro. De acordo com a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE (2014), em sua publicação Panorama CCEE 2014, a hierarquia do setor elétrico brasileiro está representada no diagrama da Figura 4.

Figura 4-Organização setor elétrico brasileiro



Fonte: CCEE (2014)

Conforme mostrado na Figura 4, os principais agentes envolvidos na gestão de energia no Brasil são:

- CNPE – Conselho Nacional de Política Energética: responsável por formular políticas e diretrizes para o setor.
- MME – Ministério de Minas e Energia: realiza o planejamento da área energética. Formulador, indutor e fiscalizador de políticas públicas para o setor de energia no Brasil.
- CMSE – Comitê do Monitoramento do Setor Energético: acompanha e avalia a continuidade e a segurança do suprimento energético no país.
- EPE – Empresa de Pesquisa Energética: presta serviço na área de estudos e pesquisas para subsidiar o planejamento do setor energético.
- ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica: órgão que regula e fiscaliza o setor elétrico nacional.
- ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico: responsável pela coordenação e operação da geração e transmissão de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional.

- CCEE – Câmara de Comercialização de Energia Elétrica: trata da viabilização das operações de compra e venda de energia elétrica.

De acordo com a ANEEL (2014b), a geração de energia elétrica no Brasil está mais de 90% dependente apenas de dois tipos: hidrelétrica e termelétrica. Um exemplo de um dos principais Agentes de Geração³ é a Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF), com potência instalada de 10.615 MW. A CHESF produz atualmente 33.854G Wh de energia e conta com mais de 19 mil km de linhas de transmissão, sendo o agente com maior potência instalada no país atualmente. Em segundo lugar em geração está a Furnas Centrais Elétricas S/A, com 9.907 MW de potência instalada e também atua na área de transmissão de energia elétrica.

A transmissão da energia gerada faz parte de um setor que também é regulado pela ANEEL. Este setor tem uma considerável importância pela dimensão territorial do Brasil. Apesar de haver diversos agentes geradores e o país contar com uma quantidade extensa de linhas de transmissão e distribuição, a dependência do setor de transmissão ainda pode representar algum risco no fornecimento devido às distâncias, à qualidade e a confiabilidade do dito sistema tradicional de gestão da energia no Brasil.

O segmento de distribuição ou venda de eletricidade, segundo a ANEEL (2014b), pode ser considerado como o conjunto de instalações e equipamentos elétricos que operam normalmente em tensões abaixo de 230 kv, incluindo os sistemas de baixa tensão.

O Brasil possui 64 concessionárias do serviço público de distribuição de energia elétrica, além de um conjunto de permissionárias⁴ (ANEEL, 2014b). Todas essas distribuidoras têm por finalidade fornecer energia elétrica aos consumidores. Alguns grupos são responsáveis pela geração, transmissão e distribuição. Esse é o caso, por exemplo, do Grupo CPFL, que atua nas regiões sul e sudeste do Brasil com 13% de participação no mercado nacional de distribuição (CPFL, 2014).

³ A ANEEL classifica como agente de geração as empresas ou grupo de empresas que geram energia no Brasil.

⁴ Segundo ANEEL (2014-B), permissionárias são cooperativas de eletrificação rural que passaram pelo processo de enquadramento como permissionárias de serviço público de distribuição de energia elétrica.

O modelo atual de gestão de energia no Brasil não prevê a mini ou microgeração como uma das principais formas de abastecimento de um consumidor ou de um grupo de consumidores. Os interesses dos agentes envolvidos nos processos de geração, transmissão, distribuição e fornecimento, pode ser um dos indícios para ocorrência desta situação. Porém uma quantidade importante de iniciativas visando à geração autônoma, ou distribuída está surgindo. Entre as principais alternativas buscadas atualmente estão a energia eólica e a energia solar. Esta última apresenta-se principalmente na forma de painéis fotovoltaicos normalmente instalados em telhados quando configuram auto geração de energia. Já a energia eólica está representada pelo uso de aerogeradores de pequeno porte.

2.1.3.2. Redes de energia em meio urbano

Redes de energia elétrica estão estruturadas e em funcionamento em meio urbano no Brasil desde meados de 1883, quando entrou em operação a primeira usina hidrelétrica no país, na cidade de Diamantina (CEMIG, 2016). Além de redes tradicionais, as redes inteligentes estão, atualmente, ganhando mais espaço por ter benefícios como inserção de tecnologia da informação nos processos de implementação e operação (CGEE, 2012).

Smart grid, ou redes inteligentes de energia podem ser entendidas como um sistema de rede elétrica com diversos atributos. Esses atributos geram grandes quantidades de informações que podem guiar tomadas de decisões e influenciar na qualidade, confiabilidade e economia em todo o processo (CGEE, 2012).

Em dezembro de 2012 o Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação do Brasil (MCTI), através do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) desenvolveu um documento intitulado *Redes Elétricas Inteligentes: contexto nacional*. Esse documento trata dos diversos assuntos relacionados às redes elétricas inteligentes ou *smart grid* (CGEE, 2012).

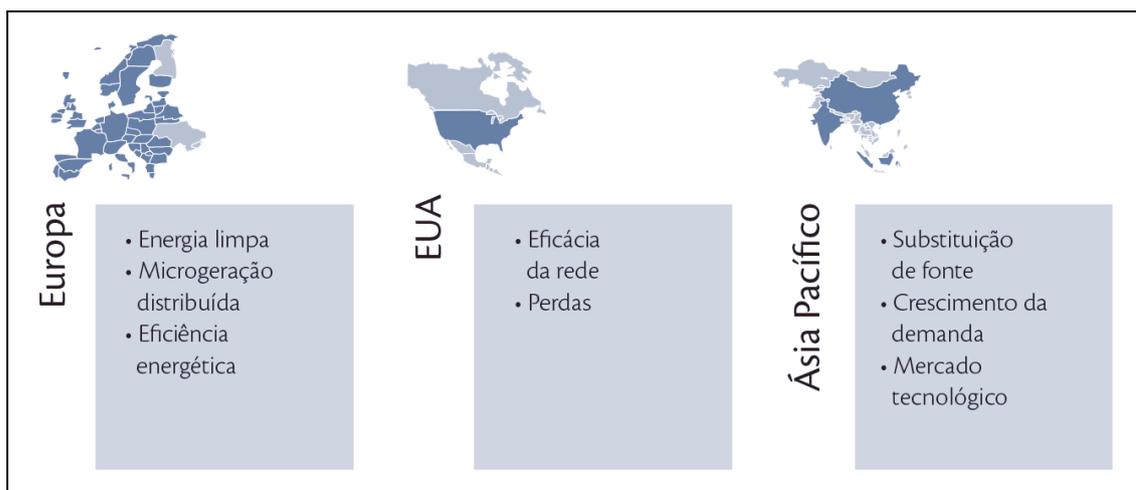
No documento sugere-se que o conceito de REI, ou Redes Elétricas Inteligentes pode ser compreendido como redes elétricas que utilizam tecnologia digital avançada para monitoramento e gerenciamento em tempo real do fluxo de energia e de informações de forma bidirecional, ou seja, no sentido da geração para o consumo e vice-versa.

A importância que países da Europa, Ásia, assim como da América do Norte dão para esse assunto é um indício de que o tema tem grandes possibilidades de geração de novos serviços e novos mercados, além do desenvolvimento da cadeia de energia elétrica como um todo, desde a geração até o consumo.

Segundo o relatório Redes Elétricas Inteligentes do MCTI (CGEE, 2012), os investimentos em REI das regiões mais desenvolvidas economicamente na Terra não são realizados pelos mesmos motivos, ou seja, cada região traça suas próprias estratégias, mas com os mesmos objetivos de construir uma rede inteligente que opere para reduzir desperdícios e ser mais eficiente, principalmente do ponto de vista das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs).

A Figura 5 apresenta algumas regiões do mundo e suas estratégias para desenvolvimento das REIs. Na Europa pensa-se em energia limpa, eficiência e desenvolvimento da geração distribuída, ao passo que nos Estados Unidos o objetivo seria tornar as redes mais eficazes e reduzir as perdas que ocorrem no fluxo. Já a região da Ásia, por estar se desenvolvendo mais rapidamente e por ainda estar em um processo de substituição de práticas mais tradicionais, as principais motivações são a substituição das fontes geradoras tradicionais, o rápido crescimento da demanda por energia e o crescente mercado tecnológico em expansão.

Figura 5 – Motivadores Regionais das REIs



Fonte: CGEE (2012)

No Brasil os principais grupos envolvidos nesse tema são: os grupos políticos incluindo o Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação, o Ministério de Minas e Energia e o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio. O grupo das

Agências Reguladoras envolve a ANEEL e a ANATEL – Agência Nacional das Telecomunicações. O grupo de tecnologia envolve instituições de pesquisa e desenvolvimento e as universidades. O grupo que lida com normas e certificações envolve ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, Inmetro – Instituto Nacional de Metrologia e outros laboratórios associados. Além desses grupos envolvidos, estão juntos no contexto da atuação das REIs as empresas fornecedoras, empresas de energia e o mercado consumidor.

Todos esses atores contam com alguns objetivos em comum no desenvolvimento das REIs. Entre os principais destacam-se melhoria da qualidade dos serviços de energia no Brasil e a redução de perdas por parte dos setores de geração, transmissão, distribuição e, principalmente, consumo.

Porém a implantação de Redes Elétricas Inteligentes mostra-se um processo complexo. Os benefícios são bem definidos, mais o desenvolvimento de infraestrutura, assim como capacidade de operação, gestão, avaliação e estabilização ainda são um desafio para a sociedade, mesmo em países em desenvolvimento. Apesar disso o Brasil contou, até o período de 2011, com 178 projetos de desenvolvimento de Redes Elétricas Inteligentes coordenados pela ANEEL (CGEE, 2012).

Nesse sentido crescem as possibilidades de implantação de ações locais, que inicialmente podem ser organizadas para suprir pequenas necessidades, mas que em um contexto maior podem constituir as bases para implantação de REIs. A minigeração e a microgeração de energia são exemplos dessas ações.

2.1.3.3. Dependência de agentes tradicionais

As Redes Elétricas Inteligentes geram possibilidades de informações, porém se aplicam timidamente aos consumidores finais (principalmente residenciais) por não haver quantidade maior de propostas de implantação de programas de informação para essa modalidade de cliente. Mais uma vez trata-se do desinteresse das concessionárias tradicionais de energia elétrica.

O modelo de estruturação das REIs, no Brasil, não permite que benefícios como uma grande quantidade de informação de consumo ou de geração ou transmissão cheguem até os consumidores finais, fazendo com que estes não se beneficiem de tais dados. Informações sobre pico de consumo por horário do dia ou

dia da semana poderiam auxiliar ou complementar outros programas de incentivo à redução de consumo.

Esses casos apontam o quão dependente das ações dos agentes tradicionais, como as concessionárias no Brasil, por exemplo, estão os consumidores de energia.

Segundo a Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica ABRADDEE (2016), o Brasil conta com 64 concessionárias de energia elétrica. Destas, 47 são de capital privado, 3 são de capital público, controladas por governos municipais, 8 são de capital público estaduais e 6 são de capital público com controle do governo federal. Nota-se que quase 74% das empresas que fornecem eletricidade no país têm seu capital privado, ou seja, têm por objetivo gerar lucro para seus sócios acionistas.

Desta maneira fica claro o desinteresse em programas de incentivo à geração distribuída e geração compartilhada de energia, preconizados em resoluções normativas da ANEEL. Segundo Barbosa e Azevedo (2013), entre algumas desvantagens de instituir geração distribuída está o fato de as concessionárias transformarem-se em apenas transportadoras de energia, pois deixariam de comprar de produtores e vender energia para consumidores, gerando lucro. Outra desvantagem apontada por Barbosa e Azevedo (2013) é a possível diminuição do fator de utilização das instalações das distribuidoras, o que pode aumentar o preço médio de fornecimento.

Apesar de setores não se mostrarem interessados no desenvolvimento da geração distribuída, alguns empreendimentos já contam com sistemas geradores de eletricidade com fontes renováveis em operação no Brasil.

2.1.3.4. Exemplo de prédio eficiente

Eficiência em edificações diz respeito desde as escolhas e aplicações de alguns materiais na construção, passando por equipamentos utilizados na atividade exercida na edificação, até o consumo de energia, consumo de água, entre outros aspectos.

Em relação à energia, eficiência se traduz tanto na geração (proveniente de fontes limpas e renováveis) como no consumo (equipamentos mais eficientes). Entretanto a geração de energia própria vai além desses dois fatores. Diante disso

destacam-se alguns casos onde foram utilizadas fontes renováveis para geração de energia para consumo próprio.

O NUTEMA – Núcleo Tecnológico de Energia e Meio Ambiente – PUCRS desenvolveu um estudo para implementação de sistema eólico em um prédio na cidade de Porto Alegre/RS. Este estudo de viabilidade técnica, segundo Alé (2006), teve por objetivo verificar a possibilidade de instalação da turbina no topo do prédio com duas finalidades: demonstrativa e para suprir de energia sistemas auxiliares do prédio. O sistema foi executado e encontra-se em operação, como é apresentado na Figura 6.

Figura 6 – TEPP em topo de prédio



Fonte: acervo do autor

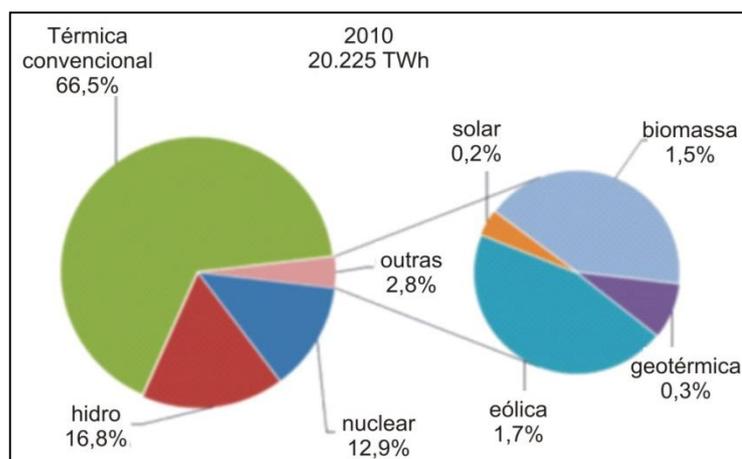
2.1.4. Problemas de emissões na atmosfera

As questões que envolvem conversão de energia podem ser abordadas de diversas formas. Uma delas diz respeito à visão econômica, como um campo que trata das relações de fluxo de capital versus bens e serviços, outra é a visão ambiental, relacionada ao campo da ecologia e meio ambiente.

Quanto às questões ambientais, existe uma relação no que diz respeito às contribuições para redução de problemas, principalmente os ocasionados pela geração ou conversão de energia por métodos ambientalmente não amigáveis, como a combustão do carvão ou outras substâncias.

O carvão constitui uma fonte de energia a partir de sua queima, geralmente para gerar vapor de água e fazer girar turbinas, gerando assim eletricidade. As fontes de energia no mundo estão distribuídas de acordo com a Figura 7, onde é possível observar, segundo o Anuário Estatístico de Energia Elétrica (EPE, 2013), que as fontes térmicas convencionais, em 2010, ocuparam 66,5% entre todas as fontes de energia.

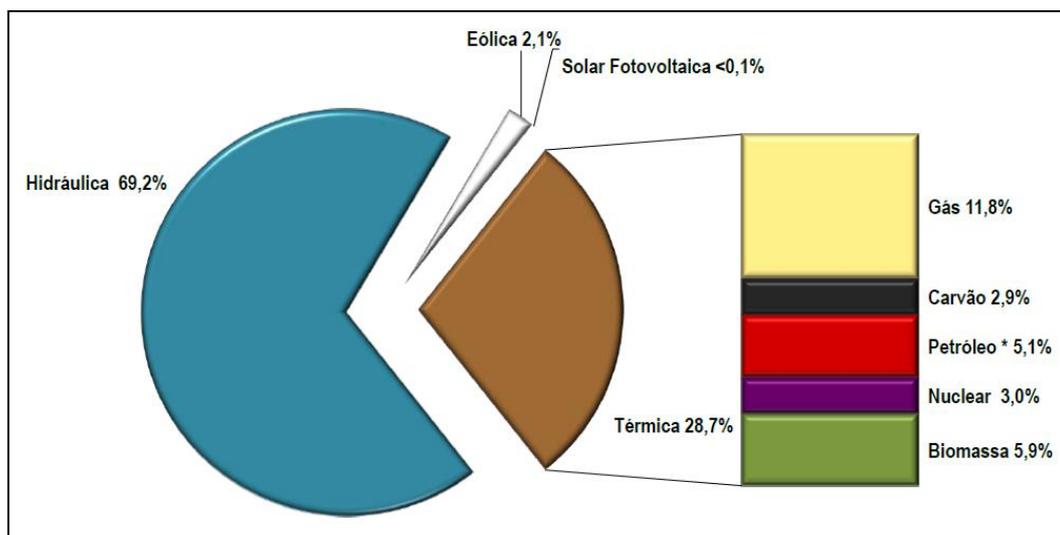
Figura 7 - Distribuição de fontes de energia no mundo em 2010



Fonte: Anuário Estatístico de Energia Elétrica (EPE, 2013)

No Brasil a matriz de produção de energia elétrica, em junho de 2014, estava 69,2% dependente das fontes hidráulicas (CCEE, 2014). Apesar de fontes hidráulicas serem consideradas renováveis, estas não estão livres de problemas. A transposição de rios para construção de usinas hidrelétricas causa alagamentos de áreas e podem ser prejudiciais à fauna. Outro tipo de adversidade é a presença de períodos de secas, que pode reduzir a capacidade de geração de energia de usinas hidrelétricas. Na Figura 8 é possível ver também que as fontes térmicas ocupam 28,7% do total de geração. Desse número, apenas 3% (nuclear) não são gerados por queima ou algum outro tipo de combustível.

Figura 8 - Matriz brasileira de produção de energia elétrica



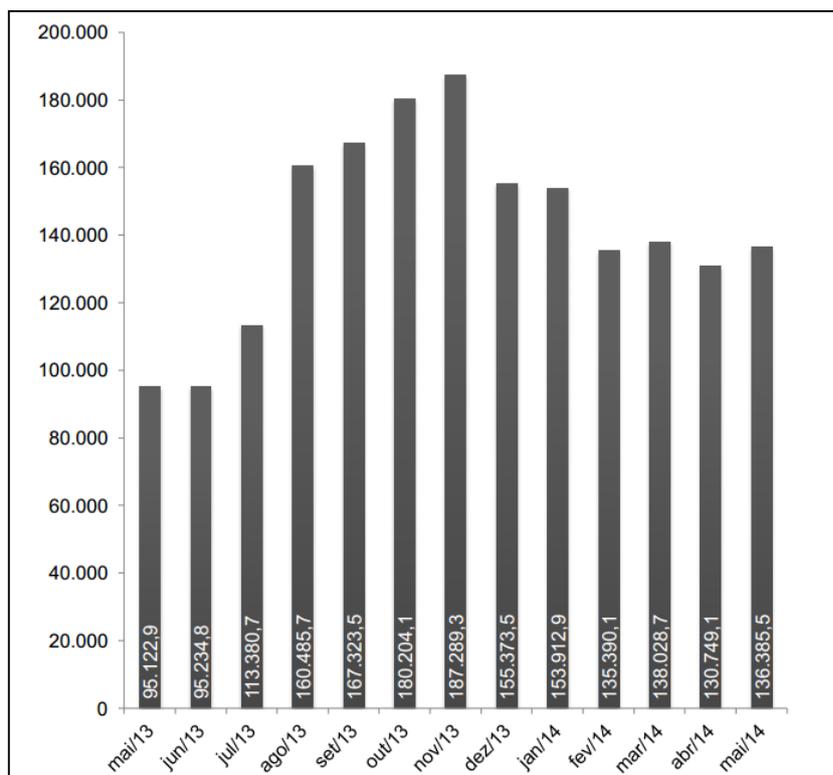
Fonte: CCEE (2014)

Assim como o carvão, o petróleo, ou a queima dele, ocasiona um impacto ambiental danoso e é responsável por altos índices de emissões e toxicidade.

Ao mesmo tempo, o uso do gás natural, considerado uma fonte limpa, porém não renovável, também é responsável por aproximadamente 20% das emissões anuais de CO₂ no mundo segundo o EIA (2009).

Esses dados mostram a importância de se iniciar a redução de emissões o mais breve possível. Entretanto segundo o Edital de leilão nº 6/2014 da ANEEL (2014b), está prevista contratação de energia proveniente de novos empreendimentos de geração, a partir das fontes hidrelétrica, eólica, solar e termelétrica – a carvão, a gás natural em ciclo combinado e a biomassa, com início de suprimento em 1º de janeiro de 2019. Isso quer dizer que o governo federal do Brasil, através do Ministério de Minas e Energias está garantindo que a queima de combustíveis como o carvão, o gás natural, entre outros, para geração de energia elétrica continuará para além do ano de 2019.

A redução de emissões pode ser feita pela substituição gradativa da matriz energética de um país. A adoção de fontes de energia limpa deve consolidar-se cada vez mais. Dessa maneira é possível realizar redução de emissão de CO₂ na atmosfera. Um exemplo de como reduzir emissões pode ser verificado através da Figura 9, que mostra a redução na emissão de gases na atmosfera do Brasil, viabilizada pela adoção de geração de energia por fonte eólica.

Figura 9 - Toneladas de CO₂ evitado no Brasil pelo uso de energia eólica

Fonte: ABEEólica (2014)

2.2. SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Sistemas de informação são mineradores de conhecimentos. Possuem poder de direcioná-los de maneira gerencialmente coerente, conforme as necessidades. Além disso, sistemas de informação associados à informática apontam resultados desejados com rapidez e perfeição através de variáveis estabelecidas (GONÇALVES, 2006).

Sistemas baseados em tecnologia computacional auxiliam na resolução de problemas que envolvem organização de dados. Esses sistemas funcionam pela implementação de *softwares*.

Softwares, segundo Aguilar (2008), podem ser definidos como o conjunto de operações que o *hardware* deve realizar através de uma lista de instruções. Os *softwares* são divididos em dois grupos: *software* do sistema e *software* de aplicações.

Em relação a projeto de desenvolvimento de *software*, Aguilar (2008) descreve 11 princípios considerados úteis:

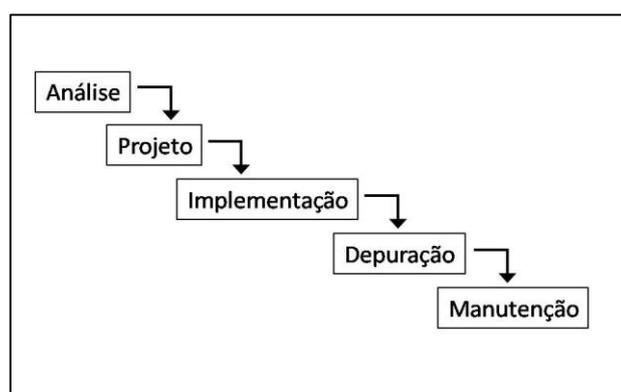
- I. Modularização mediante projeto descendente: decomposição em níveis menores, permitindo refinamento para se obter módulos. Permite que programadores trabalhem em módulos independentes;
- II. Abstração e encapsulamento: uma parte do sistema deve ser compreendida por si, sem conhecimento de seus detalhes específicos. Estes termos estão mais detalhados em 2.2.3.1;
- III. Modificação: o sistema deve permitir mudanças nos requisitos que acarretarão em mudanças no código. O tamanho da mudança no requisito define o tamanho da mudança no código. A modularização do sistema favorece a redução de mudanças grandes no código, pois o primeiro princípio diz respeito a módulos independentes;
- IV. Compreensão e confiança: sistemas eficazes devem ser simples, garantindo facilidade na compreensão, além de confiáveis;
- V. Interfaces do usuário: utilização de critérios melhor explicados em 2.2.4.2 e 2.2.4.3;
- VI. Programação segura contra falhas: devem ser comprovados os erros de entrada de dados e na lógica do programa para assegurar que o mesmo é seguro contra falhas ao ser usado racionalmente;
- VII. Facilidade de uso: refere-se à propriedade de utilidade do programa. Esta propriedade deve estar presente, principalmente, nas fases de projeto e implementação;
- VIII. Eficiência: princípio referente à maior velocidade com menor espaço de memória ocupada;
- IX. Estilo de programação: devem-se buscar estilos legíveis e modificáveis essencialmente por outras pessoas alheias ao programa em questão;
- X. Depuração: processo de eliminar erros de um programa. O programa deve produzir respostas corretas para todas as entradas válidas possíveis;

- XI. Documentação: constitui-se de três tipos de documentos: manual de manutenção para os programadores, manual do operador para os operadores do sistema e manual do usuário⁵.

O processo de desenvolvimento de *software*, segundo Aguilar (2008), é a técnica de compreender o melhor possível o problema que se pretende resolver e criar uma solução apropriada e eficiente.

Projetos de *software* devem levar em consideração o ciclo de vida do programa. Aguilar (2008) define ciclo de vida de *software* como o tempo que se compreende da concepção inicial até sua retirada de uso. A Figura 10 mostra o ciclo de vida em cascata, supondo que a saída de cada etapa é a entrada da etapa subsequente.

Figura 10 - Ciclo de vida de *software*



Fonte: Adaptado de Aguilar (2008)

Assim como em estudos de desenvolvimento de produtos físicos, o ciclo de vida de *software* é estudado levando-se em consideração aspectos de design. Para Kaminski (2000), o planejamento de um produto pode ser dividido nas etapas de estudo de viabilidade, anteprojeto, projeto executivo, planejamento da produção, planejamento da disponibilização ao cliente, planejamento do consumo ou utilização do produto e planejamento do abandono do produto. Cada uma dessas etapas será descrita com base em Kaminski (2000).

O estudo de viabilidade constitui a fase inicial. É a caracterização da natureza da necessidade e definição das formas de satisfazê-la.

⁵ Aguilar (2008) define usuário como pessoa ou seção de uma organização que explora o programa, conhecendo suas funções, as entradas requeridas, o processamento a executar e a saída que produz.

No anteprojeto ou projeto básico são realizados estudos e ensaios com modelos virtuais e protótipos. Segundo Kaminski (2000), os ensaios físicos ou matemáticos (analíticos ou numéricos) pretendem:

- I. Estabelecer variáveis dos parâmetros de projeto;
- II. Apresentar as características básicas dos componentes do produto;
- III. Mostrar a influência dos fatores internos e externos que agirão diretamente no desempenho do produto.

O projeto executivo é a fase onde já foram feitos ensaios, testes. Nessa etapa o produto deve estar pronto para produção em série. A próxima fase é o planejamento dessa produção, onde são determinados os processos de fabricação, as linhas de montagem, recursos para matéria prima e mão de obra.

O planejamento da disponibilização ao cliente trata da entrada do produto no mercado, ou seja, como o produto pode chegar ao cliente da forma mais adequada, com embalagem adequada, em prazo adequado.

O planejamento do consumo ou utilização do produto é a fase onde se deve levar em consideração a facilidade de manutenção, a segurança de operação, a interação homem-produto, a estética do produto, a durabilidade, a economia de operação, entre outros aspectos.

O planejamento do abandono do produto constitui uma fase importante, pois o descarte de determinados produtos na natureza pode acarretar em problemas ambientais. O fim da vida útil de um produto pode ser examinado sob duas óticas: por deterioração física ou por obsolescência.

No caso do produto ser um *software*, não há problemas de descarte de materiais físicos na natureza. O final do ciclo pode ser considerado quando da obsolescência, causando sua extinção ou substituição.

Design pressupõe estudar ciclo de vida, mesmo se tratando de produção de sistemas relacionados à Tecnologia da Informação e Comunicação – TICs.

2.2.1. Design e tecnologia da informação

Design como desenvolvimento de produtos ou serviços não necessariamente é dependente direto da Tecnologia da Informação, principalmente quando se assume que TI é uma ciência independente. Nem mesmo design de informação, que pode

não estar associado a uma atividade relativa a sistemas computacionais ou informáticos.

Quintão e Trisca (2013) afirmam que design é uma interface entre usuário e produto. Interface não é um termo usado tão somente para descrever um ambiente de interações entre pessoas e computadores.

Segundo Bonsiepe (1997), design está como interface entre usuários e artefatos físicos na forma de produtos e na forma de signos.

Design da informação, segundo Horn (1999), é a arte e a ciência de preparação da informação, possibilitando seu uso pelo homem. Já Friedman (2003) considera que design tem tornado-se uma disciplina generalizada que pode ser aplicada a processos, meios de comunicação e informação.

Por mais que design esteja unido com tecnologia de informação em diversas situações para alguns autores, alguns conceitos com base nas raízes do design não podem deixar de ser citados e entendidos. Teorias e modelos são alguns deles.

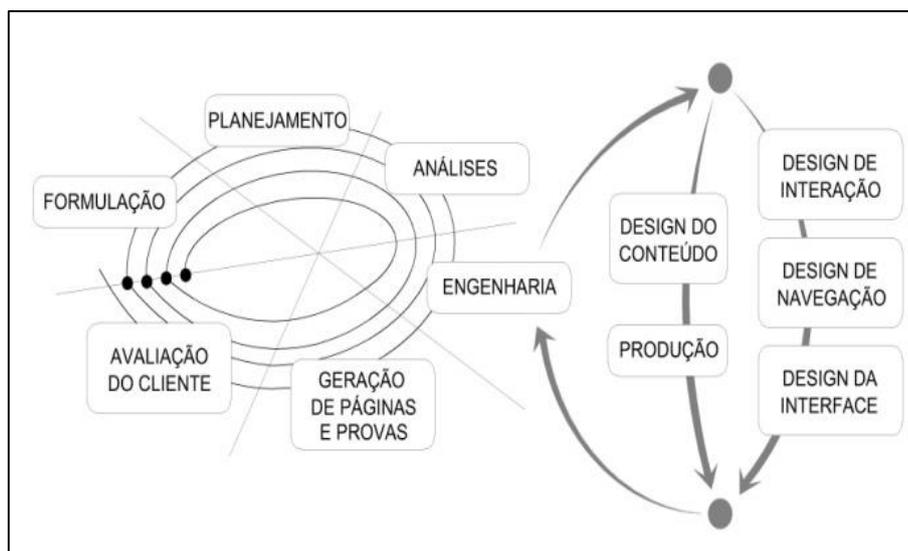
Um conjunto de respostas para problemas de design pode ser entendido como uma teoria. Para Friedman (2003) teoria, em sua forma mais básica, é um modelo que descreve como as coisas funcionam e se relacionam entre si. Por esse motivo, nos próximos capítulos, será apresentado um modelo criado para fornecer algumas respostas no desenvolvimento do produto oriundo desta pesquisa.

Friedman (2003) cita o *“Dictionary of ideas”* afirmando que teoria é um conjunto de ideias, princípios, conceitos ou métodos usados para explicar um conjunto de fatos. Quando se trata do desenvolvimento de aplicativos, teorias (no sentido descrito por Friedman (2013)) podem descrever o conceito de aplicativo assim como auxiliar na formulação das respostas fornecidas por ele.

2.2.2. Design da informação e aplicações web

Aplicativos *web-based* são usados para consolidar serviços de informação a partir de sistemas disponíveis na internet. Para Pressman (2006), o desenvolvimento desse tipo de aplicativo deve englobar princípios de engenharia e gestão de ambiente de interação controlado pelo usuário, pois os aplicativos passaram de estáticos para dinâmicos. Por esse motivo, Pressman (2006) propõe o modelo de processo lweb, onde há um desdobramento na fase da engenharia (conforme Figura 11), inserindo conceitos de design dentro do módulo engenharia.

Figura 11 – Modelo Iweb



Fonte: Adaptado de Pressman (2006)

O modelo de processo Iweb separa a produção de conteúdos da aplicação (desenvolvimento para *web*), assim como toda a parte de interação da aplicação com o usuário, do processo de desenvolvimento do produto sistema de informação como um todo.

Independente da separação de partes desenvolvedoras, administrativas ou planejadoras, quando se trata de popularização de aplicativos, existe uma comparação natural entre aplicativos *web-based* e *app mobile*. Segundo Taivalsaari e Mikkonen (2015), a discussão deve ir além do dispositivo onde se encontram os aplicativos. Os autores propõem um “uso líquido” dos benefícios de aplicações, sejam elas feitas para uso no *smartphone*, no computador ou em dispositivos com tecnologia embarcada.

Neste sentido surgem alguns desafios para designers desenvolvedores: encontrar um caminho que permita uso adequado de aplicativos diversos em dispositivos diversos. Esse fato colabora com o ponto de vista de Bonsiepe (1997), quando diz que o rápido desenvolvimento das tecnologias de informação associado ao conhecimento dos fatores humanos necessários na usabilidade, contribuem para uma busca maior por designer desta área de tecnologia de informação.

Apesar do uso líquido proposto por Taivalsaari e Mikkonen (2015), o desenvolvimento de aplicações *web* não pode ser visto apenas com base em regras comuns entre desenvolvedores. Carvalho e Mello (2012) definem que aplicações *web* são *softwares* em ambiente *web*. Esta afirmação é feita porque os autores

relatam que desenvolvimento *web* é uma atividade multidisciplinar e impossível de ser feita de forma sistêmica absoluta. Isto porque o enfoque desse tipo de trabalho pode estar tanto no aspecto do desenvolvimento quanto no design, no aspecto da produção de conteúdo informativo, na redação de textos entre outros (CARVALHO E MELLO, 2012).

O enfoque do produto define a metodologia mais adequada a ser utilizada no desenvolvimento. Dentre algumas metodologias destacam-se as mais tradicionais como o Método em Cascata; o Método RMM, mais aplicado à engenharia de *software*, e os Métodos Ágeis.

2.2.2.1. Método RMM (*Relationship Management Methodology*)

Desenvolvimento de aplicativo *web-based* é uma tarefa dependente de métodos e ferramentas apropriadas. Segundo Szabluk (2011), aplicações *web* são tipicamente elaboradas em ambiente multidisciplinar, envolvendo equipes de áreas distintas.

O nível de complexidade delimita o processo a ser adotado para produção de aplicativos *web*. A metodologia RMM, por exemplo, tem foco nas fases de projeto, desenvolvimento e construção (SZABLUK, 2011). Segundo Isakowitz, Stohr e Balasubramanian (1995), este método aborda sete passos conforme a sequência a seguir e a Figura 12, respectivamente:

Passo 1. Levantamento das entidades e como elas se relacionam entre si. Domínio mais amplo do sistema;

Passo 2. Como as informações sobre as entidades serão apresentadas ao usuário. Este passo prevê a separação das informações e organização em hipertexto;

Passo 3. Especificação dos caminhos da navegação pelo sistema;

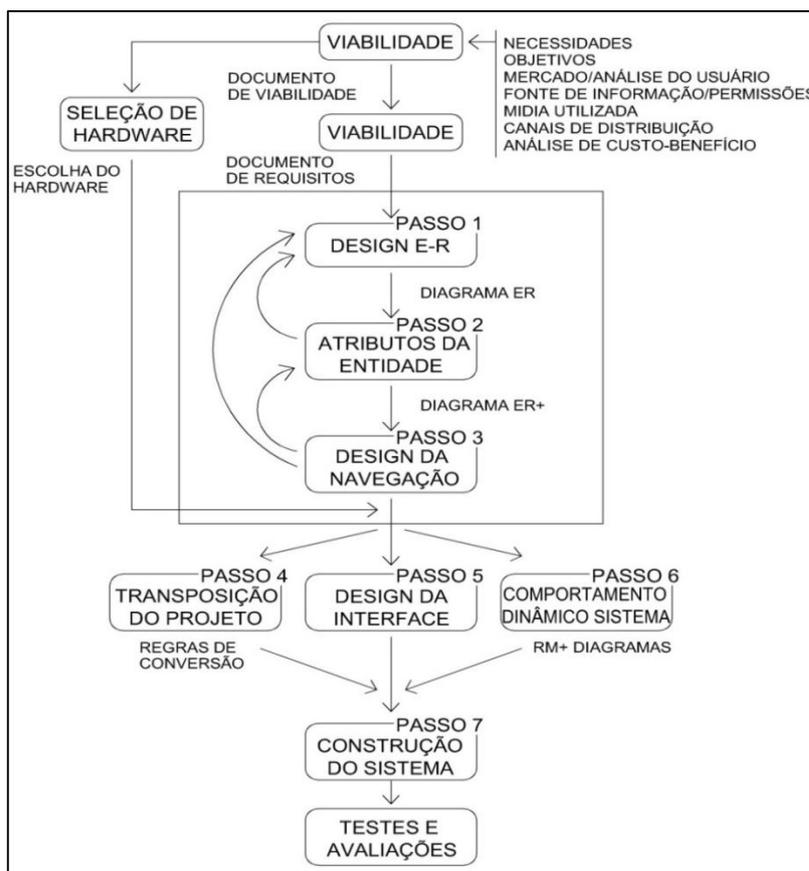
Passo 4. Transposição ou correspondência entre o modelo do projeto e o modelo do sistema;

Passo 5. Projeto da interface com usuário;

Passo 6. Projeto do comportamento dinâmico do sistema;

Passo 7. Construção e teste do aplicativo.

Figura 12 - Diagrama do método RMM



Fonte: Adaptado de Szabluk (2011) e Isakowitz, Stohr e Balasubramanian (1995)

Analisando o método descrito por Isakowitz, Stohr e Balasubramanian (1995), pode-se ver que o conjunto de passos flui desde análise de viabilidade até a construção efetiva e realização de testes e avaliações do sistema. Este método mostra-se robusto para construção de aplicações com nível médio e nível alto de complexidade, assegurando um processo correspondente aos utilizados no desenvolvimento de produtos reais (não virtuais), descritos por Kaminski (2008), por exemplo.

2.2.2.2. Métodos Ágeis: XP e Scrum

Desde o início da programação para desenvolvimento de *software*, considerando as décadas de 60 e 70, até os dias atuais, os métodos empregados para constituição de sistemas computacionais na forma de aplicativos evoluíram. Soares (2004) aponta as metodologias tradicionais, ou Modelos em Cascata, como as pioneiras, onde a visão sistemática que preconiza desde os levantamentos de

requisitos, passando por análises, projetos, implementação, testes, implantação e manutenção, apresentam problemas de tempo de desenvolvimento assim como falta de *feedback*, pois é praticamente impossível especificar um *software* do início ao fim sem haver incrementos e melhorias advindas de opiniões externas.

A Metodologia em Cascata teve suas características contestadas a ponto de haver uma mudança de paradigma em meados dos anos 2001, quando as Metodologias Ágeis tornaram-se populares (SOARES, 2004).

Os Métodos Ágeis têm como objetivo acelerar o desenvolvimento e encorajar equipes de projeto, incluindo o cliente, a obter competências para elaborar e modificar especificações e requisitos para desenvolvimento de *softwares* de forma mais ágil. Segundo Carvalho e Mello (2012), nestes métodos a fase inicial de lançamento de diretrizes e planejamento é minimizada para privilegiar a velocidade de desenvolvimento e a entrega do produto ao cliente.

Dentre os Métodos Ágeis de desenvolvimento, destacam-se o método *Extreme Programming* (XP) e o método *Scrum*.

O método XP, segundo Teles (2004), consiste em uma forma de desenvolvimento de aplicações *web* projetada para alinhar rapidez e eficiência. Para isso, o método conta com as variáveis qualidade, tempo e economia.

Para Corrêa (2012), desenvolvimento considerando método XP tem a ver com trabalho em equipe, incluindo o próprio cliente. Neste caso o aplicativo a ser desenvolvido terá quatro premissas a serem seguidas:

- I. *Feedback* – premissa que, para o método XP, inclui trocas entre os participantes da equipe de desenvolvimento, novamente incluindo o cliente. Esta premissa permite obter informações necessárias para alterações, em tempo real, para melhorias do sistema que está sendo desenvolvido.
- II. Simplicidade – desenvolvimento com método XP deve evitar trabalho extra, desperdício de tempo e de recursos do cliente. Devem ser produzidos códigos simples e funcionais.
- III. Comunicação – deve ocorrer durante todo o processo de desenvolvimento.
- IV. Coragem – mudanças estruturais, correções de erros, alterações importantes, tomadas de decisão. Todas essas ações devem permear o desenvolvimento XP. O receio de erros por tomadas de decisão deve ser minimizado.

Além do método XP, pode-se citar a metodologia *Scrum* cujo nome, segundo Carvalho e Mello (2012), deriva do jogo de Rugby, onde o *scrum* é a denominação de uma rápida reunião dos jogadores antes de iniciar uma nova jogada.

O método ágil *Scrum* consiste numa abordagem leve para desenvolvimento e gerenciamento de produtos, estabelecendo um conjunto de regras e práticas que, quando adotadas, podem resultar no sucesso do projeto e satisfação do cliente (CARVALHO E MELLO, 2012).

Na metodologia *Scrum*, são definidas reuniões sistemáticas entre todos os envolvidos no projeto. Essas reuniões são fundamentais para o processo. O tempo entre uma reunião e outra (intervalo entre uma e quatro semanas) é chamado de *Sprint* e é considerado uma das principais práticas do *Scrum* (COLLINS E LOBÃO, 2010).

Já para Carvalho e Mello (2012), o *Sprint* é o período em que são implantados os itens definidos no *Backlog* do Produto (conjunto de informações vindas a partir de todos os envolvidos no desenvolvimento).

As principais características do método *Scrum*, segundo Collins e Lobão (2010), podem ser definidas por: i) Auto-organização da equipe de desenvolvimento; ii) acompanhamento constante da evolução do produto; iii) desenvolvimento incremental, ou seja, o produto nunca estará finalizado e iv) constantes reuniões de requisitos com a proposta de *Backlog* do produto.

Os métodos disponíveis para desenvolvimento de aplicativos descrevem esta prática assim como os métodos de desenvolvimento de produtos, em geral, descrevem maneiras eficazes para prática de design. Design, no sentido de desenvolvimento de produtos, engloba um complexo e extenso escopo que deve ser decomposto para ser analisado.

Problemas podem ser minimizados com uso correto de ferramentas de design. Design da informação pode ser o condutor ou a interface entre um problema descrito e conhecido e possíveis soluções impostas a estes. A aplicação da informática na resolução de problemas de design também pode ser feita pelo desenvolvimento de sistemas computacionais.

2.2.3. Resolução de problemas de design com informática

Resolução de problema com tecnologia computacional consiste em um processo complexo de descrever um problema e desenvolver um programa de computador para resolver este problema (AGUILAR, 2008).

Quando se trata de resolução de problemas de design com informática, existem métodos conhecidos e com bons resultados.

Problemas de design podem ser problemas de repetição, por exemplo. Esse tipo de problema pode ser minimizado ou solucionado com um algoritmo.

Um algoritmo é um conjunto de instruções que, quando implementadas na forma de um *software*, resultarão em uma (ou um conjunto de) solução. Quando o *software* a ser desenvolvido requer um conjunto de algoritmos mais complexos, é comum aderir às abstrações e ou aos métodos heurísticos entre outros métodos de resolução de problemas.

2.2.3.1. Método de abstração

Abstração, em informática, é o processo de resolver problemas separadamente, excluindo detalhes insignificantes para o problema.

Sistemas complexos podem ser compreendidos e administrados quando são omitidos detalhes considerados não importantes em um dado momento. Usam-se níveis de abstração, por exemplo, para descrever um sistema complexo como um todo, onde o conjunto de partes deve apresentar as características que definem a compreensão do todo (AGUILAR, 2008).

A imensa variedade de fenômenos existente no universo torna necessário selecionar aqueles de maior relevância, pois para resolução de problemas de investigação em qualquer área, incluindo tecnologia da informação, devem-se criar descrições adequadas que podem estar na forma de esquemas abstratos ou modelos (SAYÃO, 2001).

Aguilar (2008) descreve algumas ferramentas para projetar soluções de problemas de *software* a partir de conceitos de abstração:

- Decomposição procedimental: hierarquia de procedimentos criada quando se constituem programas para resolver problemas completos. Assim, o programa é projetado inicialmente com um único procedimento. Este procedimento, por sua vez, deve ativar outros procedimentos e assim sucessivamente até que

não seja mais necessário refinamento. A este método dá-se o nome de refinamento sucessivo;

- Projeto descendente: divisão do programa em módulos independentes. Este processo consiste em decompor uma tarefa em sucessivos níveis de detalhes até que estes detalhes sejam significativos para o nível imediatamente acima;
- Abstração procedimental: neste processo, subprogramas podem ter seus códigos independentes do programa principal, desde que sirvam ao propósito deste programa principal. Assim, a implementação de subprogramas pode ser feita inclusive por terceiros, que não necessariamente precisam conhecer o programa principal;
- Abstração de dados: consiste em centrar a importância na execução de operações sobre dados, não importando em como serão implementadas estas operações;
- Ocultação da informação: Este conceito tem a ver com visão pública e visão privada de conjuntos de dados. Quando é realizada a abstração procedimental, por exemplo, pode-se requer um subprograma que conte com ocultação de informações. Dessa maneira é possível fazer com que um usuário de um módulo não tenha que se preocupar com detalhes desse módulo, assim como um desenvolvedor de um módulo não precise se preocupar com o uso desse módulo. Cada subprograma torna-se uma caixa preta funcionando independentemente para compor o todo. O conteúdo de cada uma dessas caixas não é relevante para o funcionamento do sistema como um todo;
- Programação orientada a objetos: engloba os conceitos de modularização, abstração procedimental, abstração de dados e ocultação. Este tipo de abstração tem como propriedades fundamentais o encapsulamento, a herança e o polimorfismo. Encapsulamento consiste na combinação de dados e nas operações que podem ser realizadas sobre eles. Herança é quando objetos transmitem suas propriedades a outros objetos denominados descendentes. Polimorfismo “é a propriedade que permite decidir em tempo de execução a função a ser executada” (AGUILAR, 2008).

2.2.3.2. Método heurístico ou aproximativo

Algoritmos heurísticos têm por finalidade construir soluções por meio de aproximação da situação ideal, não se preocupando em chegar a esta solução de maneira absoluta. Segundo Chaves (2003), métodos heurísticos propõem encontrar soluções próximas do ótimo em um tempo computacional razoável.

Métodos de avaliação heurística têm sido estendidos para as interfaces *web*. Estes métodos constituem prever as características de projetos para melhorar a operação intuitiva da interface, melhorando assim, inicialmente, a atratividade e posteriormente usabilidade e navegabilidade (SUTCLIFFE, 2002).

Para Feltrin e Canal (2015), há uma grande variedade de métodos aproximativos e novos métodos são criados a partir da combinação de métodos tradicionais. Entre alguns algoritmos heurísticos aproximativos, estão os construtivos, que geram soluções aleatórias e os algoritmos de busca, que partem de uma solução inicial e constantemente a substituem por uma melhor.

Em 1990 Jakob Nielsen (pesquisador na área de interação homem-máquina) identificou 249 problemas de usabilidade em sites da internet. Em 1994 Nielsen desenvolveu um conjunto de 10 heurísticas, a partir dos problemas identificado, para avaliação de *web sites*, na qual o próprio autor chama de regras gerais, evitando tê-las como diretrizes de usabilidade. As dez heurísticas de Jakob Nielsen tornaram-se praticamente o método de avaliação mais utilizado em desenvolvimento de páginas de internet desde 1994. (NIELSEN NORMAN GROUP, 2016)

As heurísticas desenvolvidas por Nielsen, segundo Nielsen Norman Group (2016) são:

- I. Visibilidade do *status* do sistema: o sistema deve sempre manter ao usuário informado do que está acontecendo através de *feedback* apropriado num prazo razoável;
- II. Compatibilidade entre o sistema e o mundo real: o sistema deve falar a linguagem do usuário com palavras, frases e conceitos familiares. Deve seguir as regras do mundo real, permitindo que as informações cheguem ordenadas naturalmente;
- III. O usuário está no controle: o usuário tem o direito de errar, e se isso ocorrer, deve haver uma função que possibilite sair do local onde ocorreu o erro de maneira simples e direta, como uma “saída de emergência”;

- IV. Consistência e padronização: o usuário não deve ter que se perguntar se diferentes palavras, situações ou ações significam a mesma coisa;
- V. Prevenção de erros: Antes de haver mensagens de erro bem projetadas, o sistema deve ser concebido para não haver erros. O sistema deve contar com opções de confirmação de ações para não comprometer a experiência do usuário com erros;
- VI. Reconhecimento ao invés de recordação: tornar objetos, ações e opções visíveis para minimizar o uso da memória do usuário. Instruções para o uso do sistema devem estar visíveis ou fáceis de encontrar;
- VII. Flexibilidade e eficiência no uso: o sistema deve conter aceleradores (invisíveis para usuários iniciantes) que permitam melhor interação de usuários experientes;
- VIII. Estética e design minimalista: o diálogo entre usuário e sistema não deve conter informações irrelevantes, pois estas competiriam com unidades de informações mais importantes e diminuiriam sua visibilidade;
- IX. Ajudar usuários a reconhecer, diagnosticar e recuperar-se de erros: mensagens de erro não devem ser apresentadas na forma de códigos, mas sim em linguagem simples de entender, indicando precisamente qual foi o problema ocorrido e sugerindo soluções construtivas;
- X. Ajuda e documentação: mesmo que o sistema seja tão intuitivo que não precise de um guia de usuário, é necessária uma documentação de fácil leitura, focada nas tarefas do usuário. Esta documentação não deve ser demasiadamente extensa.

A resolução de problemas de design com informática requer uso sistêmico de métodos para alcançar resultados satisfatórios. A adoção do uso de padrões e normas técnicas, tendo por objetivo a qualidade do *software*, pode tornar o processo de desenvolvimento ainda mais eficaz.

2.2.4. Normas e qualidade de *software*

Qualquer processo de desenvolvimento de aplicativos *web* requer garantia de qualidade de resultado. Para Conte, Mendes e Travassos (2005), assim como os processos de desenvolvimento, as avaliações de aplicativos *web* tem sido baseadas em senso comum, intuição e conhecimento de desenvolvedores. Assim, Conte,

Mendes e Travassos (2005) sugerem que seja feito primeiramente um levantamento para caracterização das metodologias existentes para desenvolvimento e, posteriormente, definir novas atividades para garantir qualidade técnica.

Uma das maneiras existentes de garantir qualidade para processos de elaboração de aplicações *web* é o uso de normas técnicas estabelecidas.

Existem algumas normas referentes ao desenvolvimento, avaliação e demais temas relativos aos sistemas de informação. Em relação a isso pode-se citar as normas internacionais ISO 9241, ISO 9126 (NBR 13596), ISO 14915, ISO 13407, ISO/IEC 12119, ISO/IEC 14598-4 entre outras.

2.2.4.1. Normas para sistemas de informação

A *International Organization for Standardization* - ISO 9241 abrange 17 partes relativas ao *hardware*, ambiente, tarefas e *software*. Na parte 10 são apresentados sete critérios de construção e avaliação tidos como recomendações, interpretadas por Medeiros (1999), como princípios genéricos de diálogos referentes à interface de *softwares*. São eles:

- I. Adequação à tarefa: possibilitar que o usuário execute a tarefa com eficiência e eficácia;
- II. Autodescrição: compreensão imediata do que está acontecendo. O dialogo na interface sistema/usuário deve conter *feedback* automático do sistema para que o usuário possa decidir qual ação tomar;
- III. Controlabilidade: o usuário inicia uma interação, determina sua direção e decide como será sua experiência até a conclusão de suas tarefas;
- IV. Conformidade com as expectativas do usuário: adequação às características individuais do usuário. Cada usuário apresenta um grau de instrução, diferentes conhecimentos e experiências;
- V. Tolerância a erros: minimizar a necessidade de correções decorrentes de erros de entrada de dados e informações vindas do usuário;
- VI. Adequação à individualização: personalização para atender às necessidades de tarefas de diferentes usuários. Preferências individuais;
- VII. Adequação ao aprendizado: guiar o usuário na aprendizagem do uso do sistema.

A parte 11 da norma ISO 9241 de 1998, reeditada em 2011, define usabilidade como “a capacidade de um produto ser usado por usuários específicos para atingir objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um contexto específico de uso”.

A norma ISO 14915 de 2002, parte 1, fornece princípios de ergonomia de *software* para usuários de interfaces multimídia.

A norma ISO 13407 indica o uso de atividades que devem ser empregadas para promover melhor usabilidade no desenvolvimento de *software*. As atividades principais são: i) distribuição apropriada de função entre usuário e sistema; ii) envolvimento ativo de usuários; iii) repetição de soluções de projeto e iv) times multidisciplinares.

A norma ISO/IEC 12119 trata de avaliações de pacotes de *software*. Inclui características que devem ser levadas em conta no desenvolvimento de *software* e estar presentes nos programas de computador. De acordo com Ferreira e Drumond (2002), estas características são:

- I. Vocabulário conciso entre mensagens e documentação;
- II. Mensagens de erro com informações suficientes para solucionar tal erro;
- III. Diferenciação dos tipos de mensagens de confirmação, advertência, erro e consulta;
- IV. Capacidade de reverter funções de efeito drástico;
- V. Alertas claros sobre ações com consequências no sistema;
- VI. Identificação da função que está sendo executada no momento.

A norma ISO/IEC 14598-4 também define processo de avaliação de qualidade de *software*. Esta qualidade de uso deve ser avaliada em métricas, em conjunto com a norma ISO 9126. Os processos abordados nesta norma são: planejamento e gestão, processo para desenvolvedores, processo para adquirentes, processo para avaliadores e documentação de módulos de avaliação.

A norma ISO 9126, Segundo Costa e Ramalho (2010) e Belmonte e Scandelary (2004), foi a primeira que definiu o termo usabilidade. Esta norma refere-se a qualidade de *software* e sistemas de informação e define seis características: funcionalidade, confiabilidade, usabilidade, eficiência, manutenibilidade e portabilidade.

Normas que se referem a sistemas computacionais tendem a compartilhar alguns aspectos quando lançam métricas a serem seguidas. O Quadro 4 apresenta algumas normas já citadas e seus respectivos princípios.

Quadro 4 – Normas e métricas sobre qualidade de *software*

Norma	Métricas
ISO 9241	Adequação à tarefa; Autodescrição; Controlabilidade; Conformidade com as expectativas do usuário; Tolerância a erros; Adequação à individualização; Adequação ao aprendizado.
ISO 9126	Funcionalidade; confiabilidade; usabilidade; eficiência; manutenibilidade; Portabilidade.
ISO 13407	Distribuição apropriada de função entre usuário e sistema; envolvimento ativo de usuários; repetição de soluções de projeto; times multidisciplinares.
ISO/IEC 12119	Vocabulário conciso entre mensagens e documentação; mensagens de erro com informações suficientes para solucionar tal erro; diferenciação dos tipos de mensagens de confirmação, advertência, erro e consulta; capacidade de reverter funções de efeito drástico; alertas claros sobre ações com consequências no sistema; identificação da função que está sendo executada no momento.
ISO/IEC 14598-4	Planejamento e gestão; processo para desenvolvedores; processo para adquirentes; processo para avaliadores e documentação de módulos de avaliação.

Fonte: Dados da pesquisa

Em relação à usabilidade, este pode ser um dos termos mais utilizado atualmente quando se pretende discorrer sobre qualidade de *software*, principalmente aplicativos *web*.

2.2.4.2. Usabilidade

O termo usabilidade é definido no dicionário português Priberam como “capacidade de um objeto, programa de computador, página da internet, etc. satisfazer as necessidades do usuário de forma simples e eficiente” (PRIBERAM, 2016).

Jakob Nielsen, autor de trabalhos como *Projetando Web Sites*, de 2000, *Usability Engineering* de 1993, *Usability Inspection Method* de 1994, *Multimedia and Hypertext: The Internet and Beyond* de 1995, *International User Interface* de 1996, *Usabilidade na Web* de 2007 entre outros, é tido atualmente como uma autoridade na área de usabilidade. Segundo Nielsen e Loranger (2007), em se tratando de usabilidade, pode-se dizer que

A usabilidade é um atributo de qualidade relacionado à facilidade de uso de algo. Mais especificamente, refere-se à rapidez com que os usuários podem aprender a usar alguma coisa, a eficiência deles ao usá-la, o quanto lembram daquilo, seu grau de propensão a erros e o quanto gostam de utilizá-la. Se as pessoas não puderem ou não utilizarem um recurso, ele pode muito bem não existir. (NIELSEN E LORANGER, 2007).

O significado de usabilidade está descrito em publicações de Nielsen (2007), Costa e Ramalho (2010), Cybis (2007), Norma ISO 9241-11 (2011), Preece, Rogers e Sharp (2005), Lima (2011) entre outros. O Quadro 5 apresenta, de forma resumida, alguns desses conceitos.

Quadro 5 – Resumo de conceitos de usabilidade

Autor(es)	Conceito
Jakob Nielsen (2007)	A boa usabilidade de um sistema está associada à facilidade de uso, eficiência, satisfação do usuário, baixa taxa de erro e boa ergonomia
Costa e Ramalho (2010)	A boa usabilidade implica na promoção de novas relações sociotécnicas e na sobrevivência de pessoas e instituições, através de: atividades/jogos/simulações interativas; relacionamentos afetivos/pessoais; relações de serviço/comerciais; e/ou relações informacionais/cognitivas
ISO 9241-11	Aquelas características que permitem que os usuários alcancem seus objetivos e satisfaça suas necessidades dentro de um contexto de utilização determinado
Cybis (2007)	Sistemas de usabilidade dependem da análise cuidadosa dos diversos componentes de seu contexto de uso e da participação ativa do usuário nas decisões do projeto de interface
Preece, Rogers e Sharp (2005)	É o fator que assegura que os produtos são fáceis de usar, eficientes e agradáveis, da perspectiva do usuário. É otimizar as interações estabelecidas pelas pessoas com produtos interativos
Lima (2011)	Qualidade para proporcionar ao usuário uma experiência que o faça atingir os objetivos propostos com eficácia, eficiência e satisfação

Fonte: Dados da pesquisa

Assim como descrito no capítulo 2.2.3.2 sobre métodos heurísticos ou aproximativos, a usabilidade pode ser entendida por metas a serem integradas no sistema computacional para melhorar a experiência do usuário. Preece, Rogers e Sharp (2005) elaboraram seis metas de usabilidade para otimizar a interação com o sistema, tais metas devem:

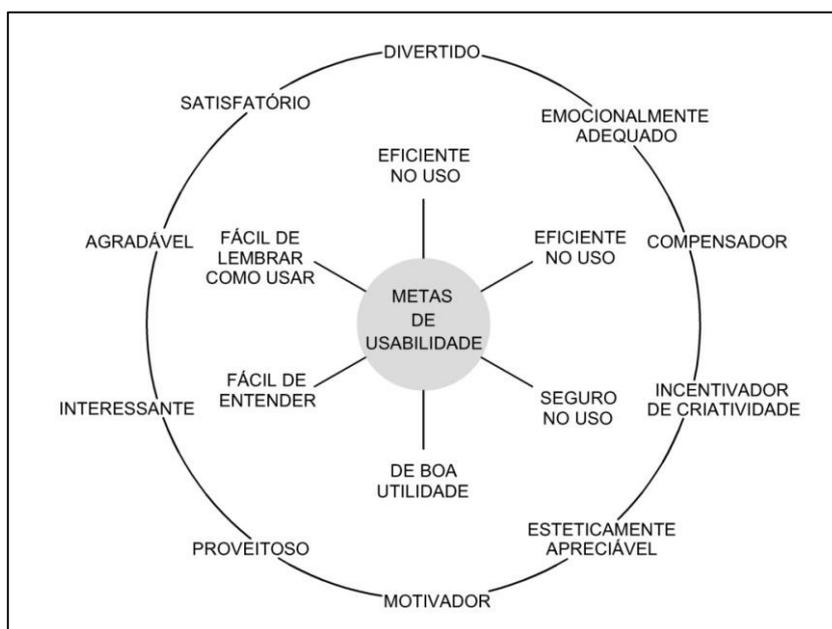
- I. Ser eficaz no uso: quanto um sistema é bom em fazer o que se espera dele;
- II. Ser eficiente no uso: como um sistema auxilia usuários na realização de tarefas;

- III. Ser segura no uso: proteger usuários em relação a situações indesejáveis;
- IV. Ser de boa utilidade: propiciar o tipo certo de funcionalidade, auxiliando a realizar aquilo que precisa ser feito;
- V. Ser fácil de aprender: quão fácil é aprender a usar o sistema;
- VI. Ser fácil de lembrar como se usa: facilidade de lembrar como utilizar um sistema depois de já se ter aprendido como fazê-lo.

O avanço de novas tecnologias levou pesquisadores e profissionais à criação de novas metas decorrentes da experiência do usuário em sistemas cada vez mais completos. Assim, design de interação torna-se cada vez mais relacionado à criação de sistemas que sejam satisfatórios, agradáveis, divertidos, interessantes, úteis, motivadores, esteticamente apreciáveis, incentivadores de criatividade, compensadores e emocionalmente adequados (PREECE, ROGERS E SHARP, 2005).

A Figura 13 apresenta as metas de usabilidade compondo o círculo menor e as metas decorrentes da experiência do usuário no círculo maior.

Figura 13 – Metas de usabilidade



Fonte: Adaptado de Preece, Rogers e Sharp (2005)

As metas de usabilidade, segundo Preece, Rogers e Sharp (2005), devem ser utilizadas juntamente com as metas decorrentes da experiência com usuários, em equilíbrio.

A caracterização de uma boa usabilidade passa por conceitos de autores, por métricas definidas, aplicadas e avaliadas, segundo normas internacionais. A interação do usuário com sistema computacional ocorre através da interface do sistema. A usabilidade está integrada às questões de interação humano-computador e ao design de interação em sistemas que prezam um nível mínimo de qualidade.

2.2.4.3. Interface: interação humano-computador

Interface não está associada exclusivamente a programas de computador. Ao tratar de design de interface, o tema pode estar associado a qualquer objeto projetado para ser usado por pessoas. Entretanto, quando se fala em interação humano-computador - IHC, trata-se das relações da interface de sistemas computacionais e pessoas.

No início, engenheiros de *software* projetavam sistemas para eles próprios utilizarem, não necessitando assim de interfaces pensadas para terceiros (PREECE, ROGERS E SHARP, 2005). Com o advento dos monitores e estações de trabalho pessoais nas décadas de 1970 e 80, o design de interface passou a existir (PREECE, ROGERS E SHARP, 2005 apud GRUDIN, 1990).

Para Pechansky (2011), a interação humano-computador surgiu da necessidade de novos potenciais usuários de computadores pessoais interagirem com sistemas. Neste momento ficaram visíveis as deficiências de usabilidade por ser tema novo e incipiente.

Segundo Nielsen e Loranger (2007), não se deve negligenciar as convenções de interação correndo-se o risco de tornar uma interface desnecessariamente complicada. As pessoas esperam que símbolos conhecidos estejam posicionados em locais previsíveis, criando uma espécie de padrão de navegação interativa.

Neste sentido, design de interação, que adota questões de interação humano-computador, consiste no esforço de oferecer suporte às pessoas. Seu processo envolve quatro atividades básicas descritas por Preece, Rogers e Sharp (2005):

- I. Identificar necessidades e estabelecer requisitos;
- II. Desenvolver designs alternativos que preencham esses requisitos;
- III. Construir versões interativas dos designs, de maneira que possam ser comunicados e analisados;
- IV. Avaliar o que está sendo construído durante o processo.

A interação humano-computador será consolidada pela adoção de tais atividades no projeto de interface centrada no usuário. A avaliação do que está sendo feito, por exemplo, é a atividade essencial para envolver o usuário no processo de design para assegurar que o produto seja usável. Todas as atividades listadas são complementares e espera-se que sejam sempre repetidas no decorrer do desenvolvimento da interface (PREECE, ROGERS E SHARP, 2005).

2.2.5. Desenvolvimento de produto virtual

Algumas fases de desenvolvimento de produto descritas em 2.2 podem ser aplicadas na elaboração de produtos virtuais. Por outro lado existem particularidades que dependem do meio em que o produto é planejado ou executado. Em se tratando de produto virtual, se faz necessário um ambiente virtual de projeto e, principalmente de execução.

2.2.5.1. Design virtual

Design virtual compreende o conceito relacionado ao conjunto de atividades realizadas virtualmente para produção de algo. Ao desenvolver-se um produto utilizando-se de ferramentas computacionais, por exemplo, pode-se dizer que esta produção envolve design virtual.

O produto ou produtos provenientes de produção por design virtual não necessariamente são artefatos virtuais. A diversidade de técnicas e a quantidade de ferramentas virtuais para desenvolvimento de produtos propiciam inúmeras formas de atuação. É possível trabalhar com *software* de auxílio a projetos diversos, com *software* de gestão de projeto, de simulação de fenômenos, de concepção de ambientes entre outros.

2.2.5.2. Design para *web*

O termo design, quando em um contexto de desenvolvimento de aplicações *web*, pode ser entendido como a atividade de projeto de um produto que busca conciliar os aspectos técnicos (na produção e no produto) e os aspectos estéticos e socioculturais a que o produto deve satisfazer (GONÇALVES et al, 2005).

Web design e aplicações, segundo o consorcio W3C (2016), referem-se aos padrões para desenvolvimento de páginas de internet incluindo entre outras

tecnologias o HTML5 (*Hypertext Markup Language 5*), o CSS⁶ (*Cascading Style Sheets*), o SVG⁷ (*Scalable Vector Graphics*) e o Ajax⁸.

2.2.5.3. Aplicativos *web*

Para Pressman (2005), os aplicativos *web* tendem a apresentar evoluções constantes, diferente de aplicativos nativos que se beneficiam de ambientes mais seguros e de um ciclo de vida definido. Por esse motivo, no processo de desenvolvimento de aplicativos *web*, os requisitos de projeto nem sempre são bem previstos, o que acontece de fato no decorrer do uso, com constantes atualizações.

Segundo Conte, Mendes e Travassos (2005), processos de desenvolvimento de aplicações *web* devem produzir aspectos de aplicações tradicionais como estrutura e funcionalidade, assim como aspectos orientados para *web*, como navegação e apresentações com recursos *web*.

O objetivo de páginas *web* é prover informações. Neste sentido, Huizingh (2000) elaborou um *framework* que identifica os aspectos relevantes do conteúdo e do design de *web sites*.

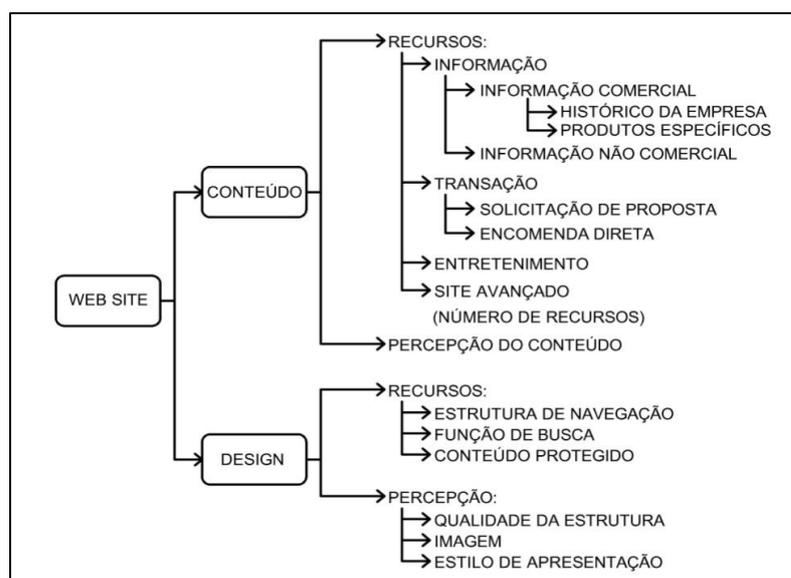
No *framework* de Huizingh (2000), os *web sites* estão divididos em conteúdo e design. O conteúdo tem uma subdivisão em três grupos: recursos de informação, recursos de transação e recurso de entretenimento. O design está dividido em recursos e percepção. A Figura 14 mostra o esquema produzido por Huizingh.

O conteúdo, segundo Memória (2005), enquadra-se no mesmo grau de importância que a experiência fluida em aplicativo *web*, ou seja, conteúdo e design devem ser complementares para proporcionar melhor usabilidade.

⁶ CSS (*Cascading Style Sheets*) é uma linguagem que descreve a apresentação de *Web pages* (W3C, 2016).

⁷ SVG segundo o W3C é uma linguagem de marcação para descrever todos os aspectos de uma imagem ou um aplicativo *web*: geometria da forma, estilo de texto, animação, apresentação multimídia (vídeo e áudio).

⁸ Ajax (*Asynchronous JavaScript and XML*) consiste, segundo o W3C, no uso conjunto de JavaScript e XML para tornar páginas *Web* mais interativas.

Figura 14 – Visão geral do *framework* de Huizingh

Fonte: Adaptado de Huizingh (2000, pg. 124)

Apesar de não haver um padrão estipulado para elaboração de aplicativos *web*, existem alguns estudos alternativos onde ocorre tentativa de descrever padrões adequados para projetos *web*.

Gonçalves et al (2005) cita algumas características de padrões de projeto elencadas por Bolchini (2000) mostradas no Quadro 6, que apresenta características e exemplos.

Quadro 6 – Padrões de projetos para *web*

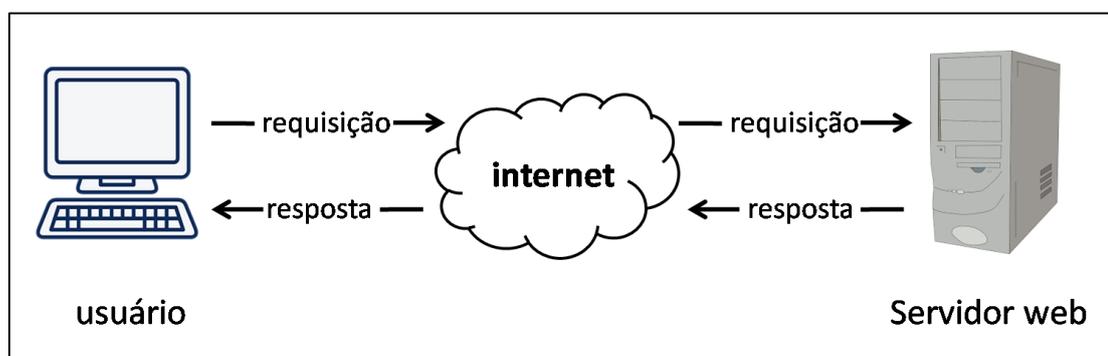
Tipo de padrão	Padrão de projeto	Característica	Exemplos
Estrutura	Centro de coleção	Coleção de elementos de informação independentes	Catálogos de produtos (Amazon, Submarino, Ponto Frio)
	Entidade complexa	Entidades formadas por componentes e subcomponentes, em um mesmo contexto semântico	Site de configuração de produto (Dell computadores)
Navegação	Tour guiado	Fluxo sequencial preestabelecido de navegação. Aquisição do conteúdo por partes	<i>e-Learning</i> . Pedido de compra
	Índice de navegação	Apresenta os elementos de conteúdo em fluxo não sequencial, a partir de um nó central (centro de coleção)	Portais de conteúdo (Terra, UOL, Globo)
Interface	Leiaute	Foca elementos de apresentação de conteúdo e estética	<i>Web Sites</i> institucionais
	Interação	Trata da interação humano-computador e ergonomia cognitiva. Foca elementos de interface e interatividade com o usuário.	<i>e-Learning</i> , Aplicações lúdicas
Funcional	Funcional – foco no usuário	Visa comportamentos interativos e individualizados	Interfaces de carrinho de compras, salas de bate-papo, <i>e-Learning</i> , aplicações lúdicas
	Funcional – foco no sistema	Visa comportamentos gerais da aplicação (efetivos para todos os usuários)	<i>e-Business</i> em geral, intranets corporativas. <i>Web Sites</i> de troca e leilões

Fonte: Adaptado de Gonçalves et al (2005) apud Bolchini (2000)

Em relação ao padrão de projetos de estrutura, é enfatizada a estrutura de informação da aplicação. Já os padrões de projetos de navegação priorizam a forma como o usuário navega na aplicação (arquitetura de navegação). Os padrões de projetos de interface são caracterizados pelo leiaute e pela interação. Leiaute baseia-se na representação gráfica do conteúdo enquanto interação baseia-se na interação humano-computador e questões ergonômicas. Por fim, os padrões funcionais são avaliados segundo duas perspectivas: do usuário e do sistema. A perspectiva do usuário está relacionada ao comportamento interativo do usuário, quais as funções que ele executa durante experiência com a aplicação. A perspectiva do sistema tem a ver com as funções globais exercidas por ele, que são comuns a todos os usuários (GONÇALVES ET AL, 2005 APUD BOLCHINI, 2000).

O funcionamento básico de aplicativos *web* ocorre quando o usuário envia uma requisição ao servidor *web*, que por sua vez, identifica a informação. Para executar algum programa que gere conteúdo dinâmico, o servidor acessa a instância deste programa enviando informações necessárias para geração de conteúdo. Ao receber o retorno, o servidor encaminha o conteúdo ao usuário que solicitou a requisição (THOMAZ, 2007). A Figura 15 descreve este funcionamento.

Figura 15 – Funcionamento de aplicativos *web*



Fonte: Adaptado de Thomaz (2007)

Loudon (2010) destaca o desenvolvimento modular para grandes aplicações *web*. Segundo ele, essa prática auxilia no gerenciamento da complexidade de aplicações *web* atuais, reduzindo problemas relacionados a custos altos durante sua existência e à dificuldade de serem mantidas. Os fatores que contribuem para aumento da complexidade de aplicações *web* são: i) disponibilidade contínua; ii) grande base de usuários; iii) entrega em partes; iv) diversidade; v) longevidade; vi) múltiplos ambientes e vii) atualizações em tempo real.

Ao ressaltar que grandes aplicações *web* devem sempre primar pela reutilização, sustentabilidade e confiabilidade, Loudon (2010) estabelece dez princípios para que sejam atingidos benefícios associados às aplicações modulares:

Princípio 1. A construção de grandes aplicações *web* deve ser feita a partir de componentes modulares altamente reutilizáveis, sustentáveis e confiáveis;

Princípio 2: A utilização de orientação a objetos nas linguagens de programação de grandes aplicações *web* ajuda a promover a modularidade;

Princípio 3: Criar seções facilmente identificáveis pela larga utilização de HTML⁹;

Princípio 4: A utilização de CSS separa o estilo de apresentação da arquitetura de informação da aplicação. Assim é possível modificar partes da aplicação sem perder a identidade visual;

Princípio 5: Uso de JavaScript¹⁰ em larga escala forma uma camada de comportamento aplicada de maneira modular e orientado a objeto, impedindo problemas pela reutilização de módulos em outros contextos;

Princípio 6: Uso de interface de dados claramente definida para carregar e armazenar dados em pontos definidos;

Princípio 7: Deve-se construir páginas a partir de módulos reutilizáveis que encapsulam tudo o que é necessário;

Princípio 8: Deve ser usado largamente Ajax para a transferência de dados entre interface e servidor ser modular e claramente definida;

Princípio 9: As linguagens HTML, JavaScript, CSS e PHP devem ser usadas em larga escala para produzir um ambiente adequado à captura de métricas referentes ao *site* e à realização de testes;

Princípio 10: A organização de arquivos no servidor deve refletir a arquitetura da aplicação.

⁹ HTML (*Hypertext Markup Language*) é uma linguagem que descreve a estrutura de *Web pages* (W3C, 2016).

¹⁰ JavaScript é uma linguagem de programação interpretada, implementada para funcionar no navegador do usuário, e não em um servidor.

2.2.5.4. Aplicativos de simulação

A expansão da internet e a ubiquidade da *web*, segundo Fortmann-Roe (2014), oferecem novas possibilidades para construção de ferramentas de simulação colaborativas. Além disso, existem os benefícios de as tecnologias *web-based* não serem demasiadamente específicas, ou seja, usuários não despendem tempo para aprender a usar ferramentas de simulação em aplicativos *web*.

Fortmann-Roe (2014) cita 3 critérios básicos que devem ser usados na formulação de ambientes de ferramentas de simulação: desempenho, recursos e acessibilidade. Ambientes de alto desempenho são aqueles que realizam simulações rapidamente com o mínimo de recursos (capacidades e funcionalidades). O critério de acessibilidade diz respeito em como pode ser fácil aprender ou utilizar um ambiente.

O equilíbrio entre os critérios citados deve gerar aplicativos de simulação adequados. Deve-se levar em conta a influência que cada critério tem sobre outro na atividade de desenvolvimento. Por isso, Fortmann-Roe (2014) aponta algumas inter-relações entre os critérios:

- I. Desempenho versus recursos: adicionar recursos em ferramentas de simulação pode ocasionar impacto negativo no desempenho. Alguns recursos podem, inclusive, gerar sobrecarga computacional durante as simulações.
- II. Desempenho versus acessibilidade: para um aplicativo ter bom grau de acessibilidade, deve usar conceitos de nível superior, ou seja, mais distantes da linguagem de máquina. Isso quer dizer que quanto mais acessível, menos desempenho o aplicativo de simulação terá, pois a sobrecarga de conversão da linguagem que o usuário entende para a linguagem que a máquina entende será elevada.
- III. Acessibilidade versus recursos: interfaces gráficas são importantes para interação com usuários, mas excesso de recursos para usuários específicos pode gerar “inchaço” no aplicativo de simulação para usuários médios, podendo levar a frustrações.

- IV. Desempenho versus precisão: muitas vezes são considerados inversamente correlacionados. Para resolver esta questão, pode-se delegar ao usuário do aplicativo de simulação a escolha do teor de precisão em função do desempenho do aplicativo.

Atualmente existem algumas iniciativas de simuladores relacionados à energia elétrica. O simulador de consumo da empresa Light, que é uma concessionária de energia atuante no estado do Rio de Janeiro, é apresentado na Figura 16. Neste simulador o usuário pode inserir informações de consumo de eletricidade e o aplicativo responde com totais de consumo em KWh/mês.

Figura 16 – Simulador da concessionária Light

Simulador de Consumo da Light

TOTAL GERAL: 232 kWh/mês Limpar Confira aqui o RESUMO GERAL da simulação

Entretenimento Limpar Parcial Subtotal: 21 kWh/mês

	Quant.	P(W)	Tempo diário		Dias no mês	Consumo (kWh/mês)
<input checked="" type="checkbox"/> Aparelho de som 3 em 1	1	80	3	Horas	20	4.8
<input type="checkbox"/> Aparelho de som pq.	0	0	0	Min.	0	0
<input type="checkbox"/> Rádio elétrico gd.	0	0	0	Min.	0	0
<input type="checkbox"/> Rádio elétrico pq.	0	0	0	Min.	0	0
<input type="checkbox"/> Rádio relógio	0	0	0	Min.	0	0
<input type="checkbox"/> TV em cores - 14"	0	0	0	Min.	0	0
<input type="checkbox"/> TV em cores - 18"	0	0	0	Min.	0	0
<input type="checkbox"/> TV em cores - 20"	0	0	0	Min.	0	0
<input checked="" type="checkbox"/> TV em cores - 29"	1	110	5	Horas	30	16.5
<input type="checkbox"/> TV portátil	0	0	0	Min.	0	0
<input type="checkbox"/> Vídeo cassete	0	0	0	Min.	0	0
<input type="checkbox"/> Vídeo game	0	0	0	Min.	0	0
<input type="checkbox"/> Home Theater	0	0	0	Min.	0	0

Lavanderia/Limpeza Subtotal: 6 kWh/mês

Fonte: Light Serviços de Eletricidade S.A. (2016)

A Companhia Estadual de Energia Elétrica (CEEE, 2016) é uma concessionária de energia, do Rio Grande do Sul, que também disponibiliza um simulador de consumo em sua página na internet. O simulador da CEEE é semelhante ao da Light. A Figura 17 apresenta parte do formulário de entrada de dados. Os resultados são apresentados ao final deste formulário com a soma das potências dos aparelhos escolhidos em função do tempo de uso, por mês ou por dia.

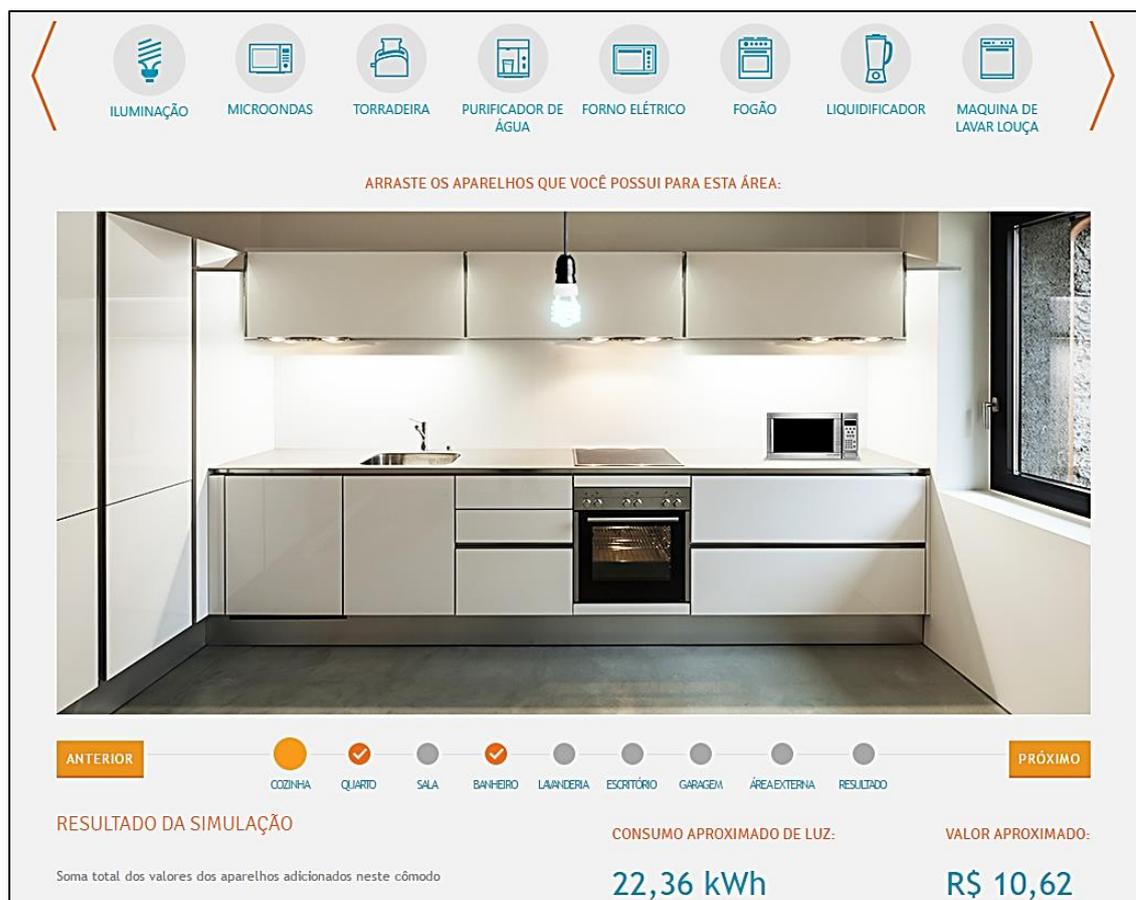
Figura 17 -Simulador da concessionária CEEE

INFORMAÇÕES						
Para especificar tempos de uso de menos de 1 hora, use valores decimais: 15 min = 0,25; 30 min = 0,50; 45 min = 0,75						
<input type="radio"/> Diário <input checked="" type="radio"/> Mensal						
Aparelho	Tipo	Pot.(W)	Quant.	Tempo horas / dia	kWh	Custo (R\$)
Aparelho de Som (Mini System)	3 em 1	150	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="10"/>	45	21,74
Ar Condicionado	7500 BTU	950	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	171	127,11
Ar Condicionado	12000 BTU	1400	<input type="text"/>	<input type="text"/>	0	0
Aspirador de Pó		1000	<input type="text"/>	<input type="text"/>	0	0
Boiler Elétrico		4500	<input type="text"/>	<input type="text"/>	0	0
Chuveiro	Verão	3200	<input type="text"/>	<input type="text"/>	0	0
Chuveiro	Inverno	5400	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="0,15"/>	48,60	23,48

Fonte: CEEE (2016)

A empresa ENERGISA, concessionária de energia elétrica do Paraná (ENERGISA, 2016), disponibiliza em sua página da internet um simulador de consumo interativo, onde o usuário escolhe a quantidade de aparelhos consumidores por cômodo da residência. Após escolher o cômodo, é possível arrastar um aparelho consumidor para o ambiente. O aplicativo então solicita a quantidade de aparelhos e o tempo de uso. Após, é mostrado o consumo total aproximado e o valor total (em Reais) aproximado das escolhas do usuário, como mostrado na Figura 18.

Figura 18 – Simulador da concessionária ENERGISA



Fonte: ENERGISA (2016)

A Furnas Centrais Elétricas S.A. (2016) é uma empresa de economia mista, subsidiária da Eletrobras e vinculada ao Ministério de Minas e Energia do governo federal do Brasil. A Furnas desenvolveu um simulador de consumo similar ao da ENERGISA, onde o usuário escolhe, para cada parte de uma residência, equipamentos consumidores de eletricidade. O simulador prevê entrada de dados como quantidade de aparelhos, potência em W, dias – horas – minutos de uso, além da tarifa média, que pode ser escolhida por um menu desdobrável que apresenta tarifas por região do Brasil. Após a entrada de dados, o aplicativo informa o consumo mensal em kWh e o gasto mensal em R\$. Este aplicativo *web* tem dois diferenciais: permitir substituição de aparelhos pouco eficientes para reduzir desperdícios e informar um possível retorno de investimento com a troca por aparelhos mais eficientes. Parte da interface do aplicativo é mostrada na Figura 19.

Figura 19 - Simulador da empresa Furnas

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS SA Simulador de Consumo de Energia Elétrica

Casa de eergddg MEUS CÔMODOS: Banheiro

chuveiro elétrico

Quantidade: 1 Potência(W): 3500 Dias: 30 Horas: 1 Minutos: 0

Tarifa Média: (Sul) 0.28 Tipo de potência: Padrão Eficiente

Consumo mensal: 105 (em kWh) Gasto mensal: 29.4 (em R\$)

Clique no botão **ALTERAR** para modificar os dados deste objeto.

Confirmar Excluir

SELECIONE OS OBJETOS

- luminária com lâmpada fluorescente linear eficiente

Consumo Total de Energia

114.9 kWh

R\$ 32.17

Sair Reiniciar Esvaziar Cômodo Finalizar

Não faça adaptações: use resistências originais. Evite banhos longos e feche a torneira ao se ensaboar. No calor use o chuveiro na posição verão, pois a economia chega a 40%.

Fonte: FURNAS Centrais Elétricas S.A. (2016)

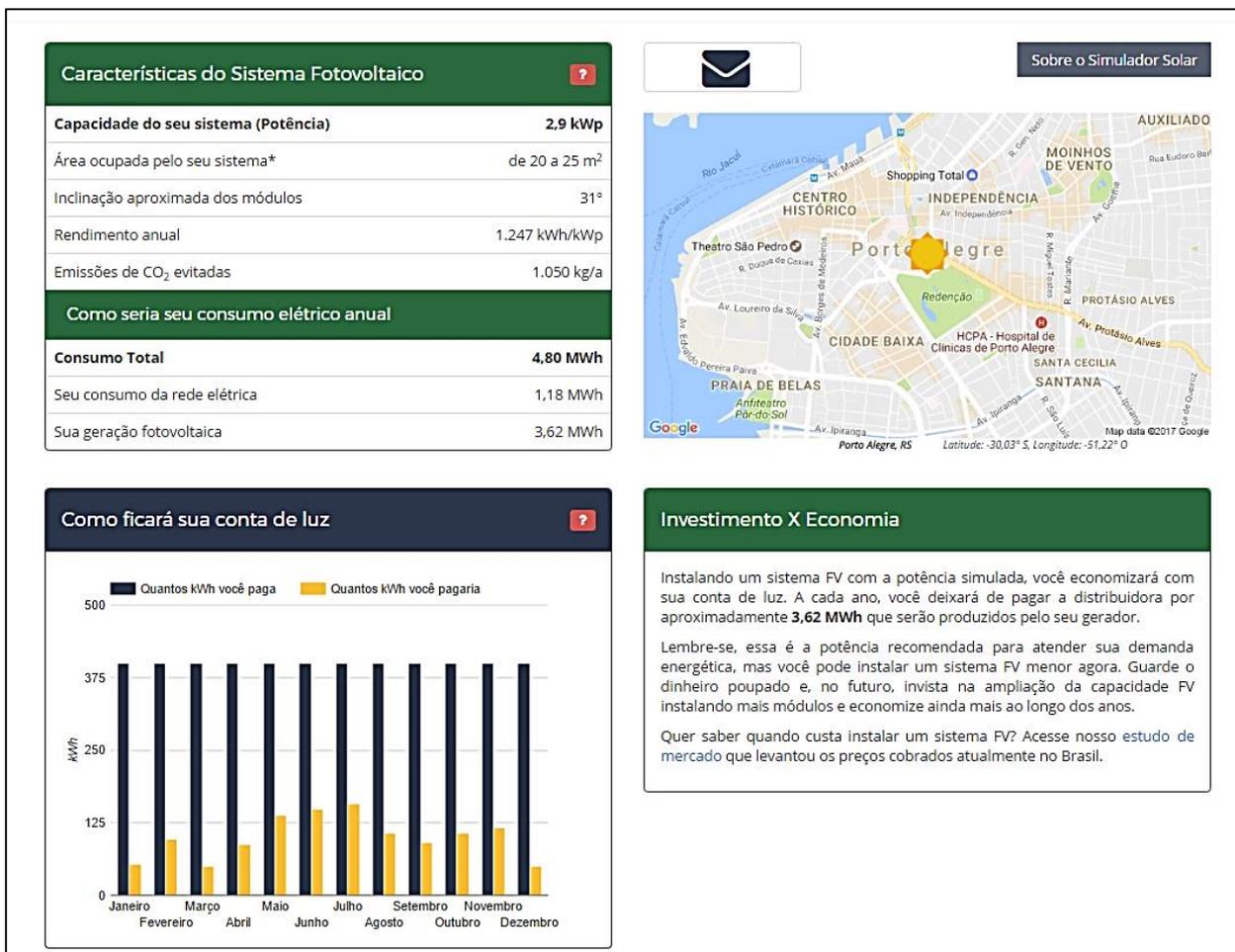
O simulador da empresa Furnas se mostra como um sistema de informação, permitindo interação maior do que os outros simuladores apresentados. Este sistema permite interação com usuário, oferecendo possibilidades de obter economia ao substituir aparelhos selecionados previamente. Na interface do sistema, o usuário pode escolher o item a ser substituído e fornecer o valor do novo item. O sistema então responde com o que chama de Tempo de Retorno Simples, que é o tempo necessário para reaver o valor investido na troca do item. Ao final da simulação, o sistema ainda fornece um relatório com informações de consumo e incentivando o usuário a substituir aparelhos por outros mais eficientes.

Apesar de ser um simulador intuitivo, com boa interação com usuário e incentivar consumo com aparelhos mais eficientes, o sistema da Furnas não opera com geração de energia.

Um exemplo de aplicativo *web-based* de simulação de geração de energia solar é o Simulador Solar, desenvolvido pelo Instituto para o Desenvolvimento das Energias Alternativas na América Latina (IDEAL) através do programa América do Sol. Segundo o Instituto IDEAL (2016), o Simulador Solar foi lançado em 2013 e consiste em uma ferramenta *online* que permite qualquer consumidor calcular um

sistema FV (Foto Voltaico) conectado à rede. O formulário de resultados de uma simulação realizada no sistema do Instituto IDEAL é apresentado na Figura 20.

Figura 20 – Simulador solar do Instituto IDEAL



Fonte: IDEAL (2016)

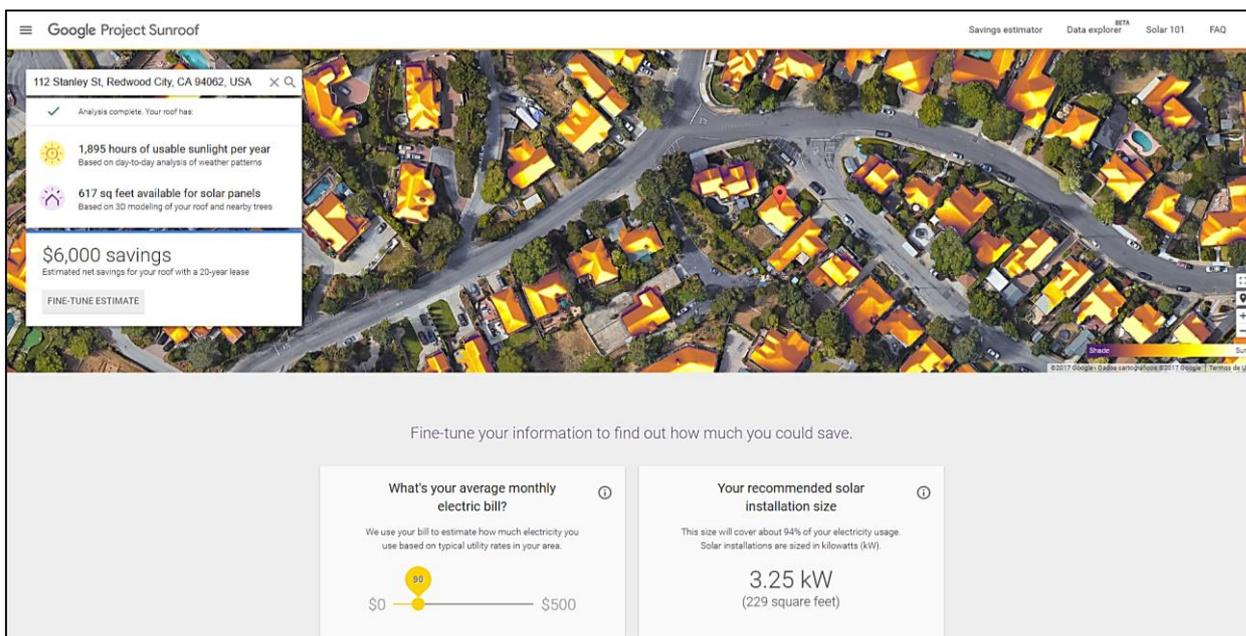
Por fim, cita-se o simulador solar da empresa Google. Trata-se de um projeto intitulado *Sunroof* (GOOGLE, 2016), cujo objetivo é mapear o potencial solar do mundo todo.

O simulador solar do Google é um aplicativo *web-based* que utiliza um mapa onde o usuário localiza uma edificação. O sistema então mostra a capacidade de geração de energia a partir da cobertura da edificação, considerando a inclinação do telhado ou laje de cobertura e a orientação magnética da mesma. O sistema, além de um simulador, conta com partes informativas, onde o usuário pode saber como e com quem contatar para realizar as instalações do sistema de coleta solar, além de informar como funcionam painéis solares, energia fotovoltaica, ligação do sistema na rede elétrica da edificação e na concessionária de energia. Informa também os

benefícios de gerar mais energia do que se consome, gerando assim créditos de energia.

Atualmente o sistema funciona apenas para algumas cidades norte americanas (Figura 21).

Figura 21 - Simulador solar do Google



Fonte: GOOGLE (2016)

O desenvolvimento de produtos virtuais como aplicativos *web-based* de simulação, por exemplo, depende e necessita de uma organização de dados, também chamada de arquitetura de sistemas de informação.

2.2.6. Arquitetura de sistemas *web*

Arquiteturas de sistemas *web* são tipos de organização de elementos para manter o funcionamento de uma estrutura de dados em aplicações *web*.

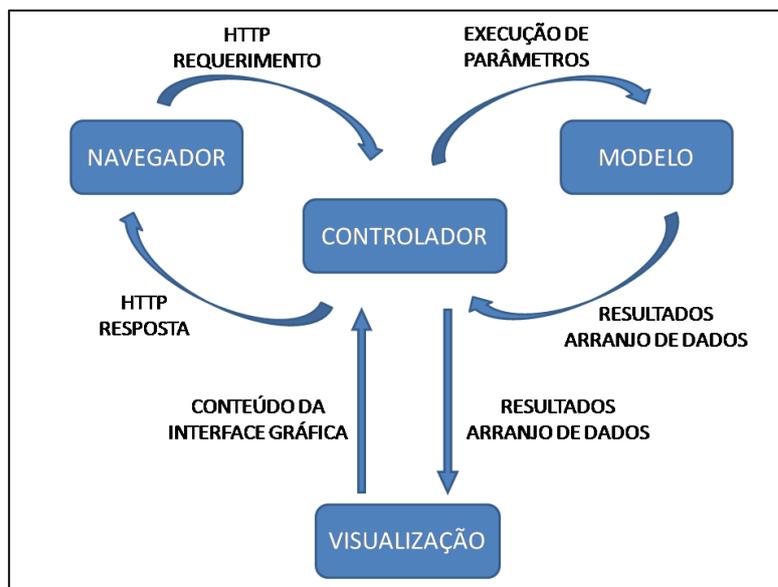
Existem organizações de sistemas mais voltados para bancos de dados, para sistemas de informação, para aplicativos de vendas *online* entre outros. A adoção da arquitetura que será aplicada no desenvolvimento do sistema estará sempre associada ao tipo de sistema a ser construído.

A perspectiva *Model View Controller* (MVC), em português Modelo, Visualização e Controlador, consiste em um padrão de desenvolvimento que sugere a separação do código fonte da aplicação em três partes, também chamadas de

camadas, onde cada uma é responsável por tarefas diferentes, facilitando o desenvolvimento e a manutenção da aplicação (THOMAZ, 2007).

A Figura 22 mostra, de maneira esquemática, o fluxo da informação no padrão MVC de desenvolvimento para *web*.

Figura 22 – Esquema do padrão MVC



Fonte: adaptado de Jadhav e Sodawala (2015)

Na Figura 22 pode-se perceber como é possível separar todo o código do banco de dados (camada modelo), e todo o código da interface (camada visualização). Toda interação com banco de dados se dá no modelo, que produz métodos de manipulação de objetos. O controlador, por sua vez, reúne os objetos apropriados e passa-os para a camada de visualização. Esta camada é responsável por exibir os dados em uma interface com usuários (JADHAV e SODAWALA, 2015).

O padrão MVC pode ser encontrado em alguns *frameworks* de desenvolvimento de aplicações para *web*.

Frameworks de desenvolvimento, segundo Ferreira (2009), são conjuntos de conceitos criados para resolver problemas específicos implementados em uma linguagem específica e que possibilitam que determinadas partes do desenvolvimento sejam abstraídas do programador.

Para Thomaz (2007), um *framework* procura unir funcionalidades comuns a várias aplicações, fazendo com que o desenvolvedor atue em pequenas partes que pertencem ao domínio do problema específico de cada aplicação. Isso quer dizer

que os objetos utilizados pelo *framework* devem possuir uma sequência de execução, colaborando uns com os outros.

Dentre os *frameworks* de desenvolvimento mais comuns atualmente, destacam-se o AJAX, o Django, o Adobe Flex, entre outros.

O AJAX pode não ser tratado como um *framework* propriamente dito. AJAX, segundo Ferreira (2009), é um conjunto de ferramentas ou tecnologias trabalhando juntas e em comunicação permanente. “O conceito AJAX utiliza JavaScript e XML, fornecidas por navegadores, para tornar páginas mais interativas com o usuário e velozes, utilizando-se de solicitações assíncronas de informações” (FERREIRA, 2009).

Segundo Serrano e Aroztegi (2007), AJAX é um conjunto de utilidades que tornam mais fácil de desenvolver e manter aplicações *web*. Para eles, existem muitos *frameworks* AJAX, sendo que alguns mantêm foco na melhora do controle da interface com usuário e outros em simplesmente acessar as funções do servidor.

Ferreira (2009) apresenta o exemplo do aplicativo de informar a cidade e o estado para melhor entendimento da diferença entre o uso do AJAX e o modelo clássico de aplicações *web*. O exemplo consiste em um aplicativo que solicita ao usuário informar um estado e uma cidade. No modelo de desenvolvimento chamado clássico, o usuário informa o estado e a página é recarregada toda para mostrar as cidades relacionadas ao estado informado. Entretanto no modelo utilizando AJAX, o mesmo procedimento é realizado e será recarregado somente o campo cidade, gerando assim uma economia de tráfego na rede e maior velocidade na resposta para o usuário.

O conjunto de utilidades empregadas para construção de aplicações, envolvendo AJAX, auxilia na eficiência do produto desenvolvido, mas quando se trata de um *framework* completo, pode-se citar o Django.

O *framework* Django, segundo sua documentação (DJANGO, 2015), é um *web framework* de alto nível, livre e de código aberto, que utiliza linguagem de programação *Python* e estimula desenvolvimento rápido e limpo. A arquitetura de Django se dá em camadas de funcionamento (padrão MVC), onde fica claro como cada camada deve se conectar para possibilitar o funcionamento do todo.

A página do Django na internet contém conteúdo extenso, iniciando por uma visão geral sobre o *framework*. Tem também parte sobre *downloads*, notícias, comunidades, informações diversas, além de uma documentação bastante extensa.

O Adobe Flex, por sua vez, é um *framework* de aplicações altamente produtivo, de código aberto, para a construção e manutenção de aplicativos *web*. Adobe Flex fornece uma linguagem baseada em padrões e modelo de programação adequado a maioria dos desenvolvedores (ADOBE, 2016).

Apesar do uso de um *framework* na construção de um aplicativo, ainda é necessária a utilização de um módulo WSGI¹¹, que realiza a interface entre servidor e *framework* para quando o aplicativo ou *site* for disponibilizado *online*.

2.3. SISTEMAS PARA ANÁLISE DE VIABILIDADE

Análises de viabilidade estão relacionadas ao desenvolvimento de produto e fazem parte de uma sistematização dessa atividade.

Neste capítulo serão abordados conceitos relacionados às análises de viabilidade. O enfoque está em viabilidade para sistemas de informação.

Na presente pesquisa foi desenvolvido um sistema de informação, por isso foi preciso estabelecer parâmetros de viabilidade para delimitar os aspectos do sistema proposto. Além disso, o próprio sistema desenvolvido tem como característica informar algumas condições para auxiliar na tomada de decisão. Neste caso, o sistema proposto também está caracterizado como um sistema para análise de viabilidade, tanto técnica quanto econômica.

2.3.1. Análise de viabilidade de projetos para geração de energia eólica de pequeno porte

No desenvolvimento de alguns produtos, a análise de viabilidade está no início do processo. A implantação de uma central de geração de energia eólica, por exemplo, deve ser precedida de análises de viabilidade. Esta fase está antes mesmo da fase de projeto do produto. Neste exemplo, são feitas diversas medições em relação ao clima do local onde serão instaladas as torres de aerogeradores. A viabilidade técnica, neste caso, está mais relacionada ao sítio do que outros fatores.

Em relação à geração própria de energia com TEPP, existe o desafio de encontrar um local adequado para instalação do equipamento. Normalmente neste caso, a instalação será próxima ao local onde será consumida a energia.

¹¹ WSGI (*Web Server Gateway Interface*) é uma interface de comunicação entre servidor *web* e aplicações *web*.

A viabilidade econômica está associada às questões de valores de equipamentos, preço de energia elétrica, investimentos e retorno financeiro.

A viabilidade de projetos de geração de energia com TEPP também pode ser avaliada com relação às questões ambientais, principalmente quando relacionadas e comparadas com a viabilidade econômica.

2.3.1.1. Viabilidade técnica

A viabilidade técnica em relação a projetos de geração de energia eólica, como dito anteriormente, está relacionada principalmente com o vento. É preciso que o equipamento seja instalado em local adequado para captar vento e operar com velocidade nominal na maior parte do tempo.

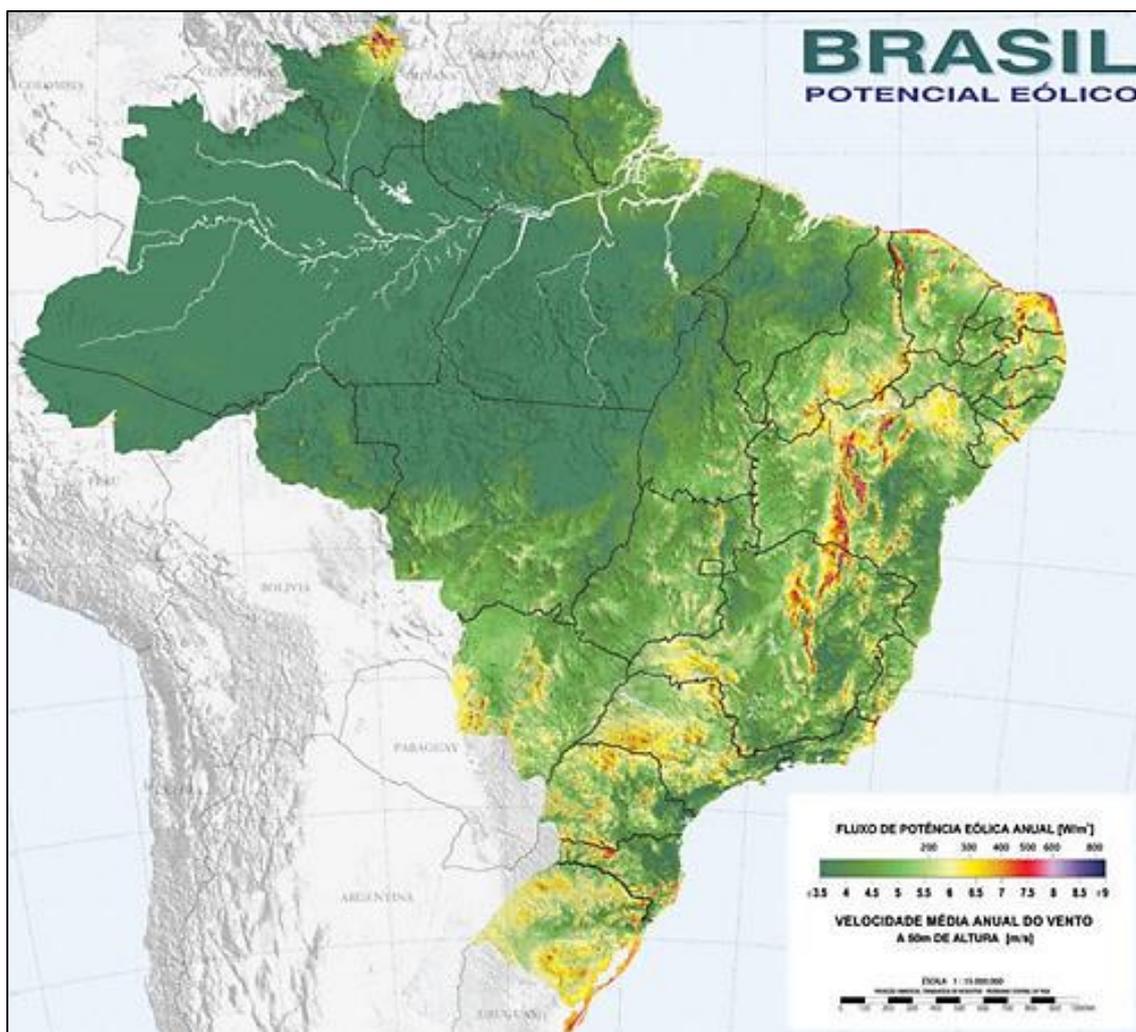
Disponibilidade de vento

Para gerar energia elétrica necessita-se de equipamentos específicos de conversão. Todos esses equipamentos precisam de algum tipo de alimentação para seu funcionamento. Um exemplo são as turbinas de centrais hidrelétricas, que funcionam a partir da força de movimento e da força potencial gravitacional da água. As usinas solares de conversão fotovoltaica necessitam de sol. Geradores eólicos são abastecidos por vento para gerar energia. Nesse sentido o combustível é o fator decisivo para definir o grau de eficiência, o potencial de poluição e agressão ao meio ambiente entre outras características dos processos de conversão de eletricidade.

Seguindo com essa premissa, tem-se por conhecimento empírico ou senso comum que dificilmente o planeta passará por escassez de vento. Por esse motivo acredita-se que a principal forma de alimentar turbinas eólicas esteja assegurada, de forma livre e sem custo.

Em uma análise da distribuição de vento por regiões do Brasil, nota-se que a região da costa do oceano Atlântico é a parte do território onde mais se desenvolvem usinas eólicas. O mapa eólico brasileiro (Figura 23) mostra que as áreas de incidência de vento (a 50 metros de altura) mais favoráveis estão justamente na região da costa do oceano Atlântico.

Figura 23 - Mapa do potencial eólico do Brasil a 50m de altura



Fonte: CRESESB – CEPEL (2009)

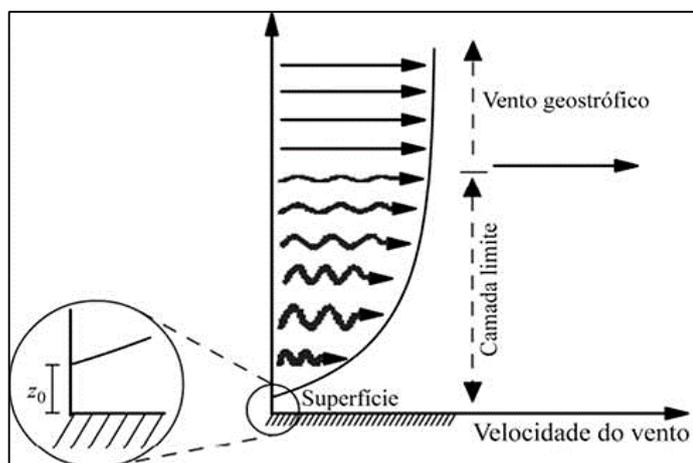
Sabendo-se que parte do Brasil possui condições favoráveis para aproveitamento de energia eólica, torna-se necessário um entendimento maior sobre vento. O vento é um fluido que escoar com maior ou menor grau de turbulência. Para funcionamento ótimo de turbinas eólicas, procura-se um regime menos turbulento.

O vento captado por aerogeradores é aquele próximo à superfície terrestre. Esses ventos têm algumas características relevantes para seu aproveitamento. Uma delas é a mudança de comportamento em função da altura. Ao nível do solo o ar tende a não se deslocar, mas à medida que se afasta verticalmente, este tende a aumentar a velocidade. Ao afastar-se da superfície da Terra, o vento tende a não ser mais perturbado pela rugosidade e a turbulência tende a diminuir, mas não desaparecer. Nessas zonas mais afastadas da superfície terrestre o vento é denominado geostrófico (MARTINS, GUARNIERI E PEREIRA, 2008).

O vento geostrófico ocorre a partir de aproximadamente mil metros de altitude, porém a instalação de rotores de pequeno porte para uso residencial possivelmente terá pouca altura em relação ao nível do solo por fatores como custo de instalação de uma torre, necessidade de acesso para manutenção e questões estéticas. Geralmente será instalado acima do telhado da casa ou da cobertura do edifício de pavimentos (HANSEN, 2000).

A Figura 24 mostra a distribuição vertical do tipo de vento. Aerogeradores de pequeno porte estarão inseridos em uma região onde o regime de vento apresenta certa turbulência e tem seu comportamento ditado fortemente pela topografia da região. Segundo Hansen (2000), a rugosidade que influencia no comportamento do vento varia de acordo com a região.

Figura 24 - Tipo de vento em função da altitude



Fonte: Martins, Guarnieri e Pereira (2008)

A Tabela 2 apresenta valores para rugosidade em função do tipo de terreno. Esses valores podem ser interpretados como parâmetros que mostram que o maior valor de rugosidade encontra-se nas cidades, ou centros urbanos.

Tabela 2 - Altura de rugosidade em função do tipo de terreno

z_0 (m)	Tipo de terreno
1,0	Cidade
0,8	Floresta
0,2	Superfície c/ muitas árvores ou arbustos
0,1	Terreno com aparência fechada
0,05	Terreno com aparência aberta
0,03	Terreno com poucas construções, árvores e etc.
5×10^{-3}	Campo vazio liso
1×10^{-3}	Terreno com neve
3×10^{-4}	Terreno com areia
1×10^{-4}	Lago, rio, mar

Fonte: Hansen (2000)

Esse é um fator a ser considerado, pois indica que no projeto do equipamento deve-se prever turbulência para assegurar adequação estrutural e otimização do desenho do rotor para produção eficiente de energia.

Adequação ao local

Turbinas eólicas devem estar de face para o vento. A adequação da instalação da turbina ao local escolhido é tão importante que pode viabilizar ou inviabilizar o investimento no sistema de geração.

A geração de energia própria pressupõe que o consumo seja próximo ao local da geração, evitando assim o transporte de energia, que ocasiona perdas. Em edificações residenciais, que na essência tendem a ter pouca altura em relação às camadas de vento mais adequadas para geração, o local da instalação de turbinas eólicas pode variar entre torres fixadas na estrutura da edificação (geralmente na cobertura) ou em torres isoladas, próximas a esta edificação.

Quando a instalação for feita em um prédio de pavimentos (edifício residencial, comercial e etc.), a localização no topo do prédio é a mais adequada, pois dependendo do número de pavimentos, o gerador estará mais alto do que seu entorno imediato.

Em todos os casos salienta-se que podem existir diversos fatores que reduzirão a eficiência do sistema. Assim, uma medição prévia de vento pode ajudar na escolha do local.

Adequação ao equipamento

Sistemas de geração de energia eólica de pequeno porte são compostos por turbina eólica, torre de sustentação, sistemas de fixação, inversor de corrente e transformador de carga, além de aparelhos para medição de energia elétrica, cabos, disjuntores de proteção e outras partes pertinentes às instalações elétricas necessárias.

Nesta pesquisa, todas as informações sobre sistema de geração eólica considerarão os equipamentos, partes, peças e demais itens necessários ao funcionamento normal do sistema de geração. Consoante a isso, será priorizada descrição do rotor de turbinas eólicas, pois o principal fator que determina a potência nominal de turbinas eólicas de pequeno porte, sem a influência da variação da velocidade do vento, é o tamanho do rotor, ou seja, comprimento das pás.

Turbinas eólicas são máquinas projetadas e fabricadas para gerar o máximo de energia em determinado tempo de uso. Sua eficiência está associada à qualidade dos materiais empregados, ao projeto aerodinâmico das pás, ao tamanho do rotor, ao local onde é instalada, ao design do produto como um todo.

A potência de aerogeradores de pequeno porte pode ser definida principalmente em função do tamanho da área varrida pelas pás do rotor e pelo comportamento do vento da região onde esta turbina será instalada.

A potência retirada do ar pode ser entendida conforme a equação (1), onde m é a massa e v é a velocidade; e a potência disponível no vento dá-se pela equação (2), onde ρ é a densidade do ar e A a área da seção transversal onde percorre um fluxo de ar com velocidade v .

$$E = \frac{1}{2} mv^2 \quad (1)$$

$$P_{dis} = \frac{1}{2} \rho Av^3 \quad (2)$$

Em meados da década de 20 o físico alemão Albert Betz desenvolveu pesquisas sobre fluxo de ar em tubos, testando interações de vento em hélices. Betz relacionou velocidade anterior e posterior ao anteparo das pás de um rotor e determinou que a potência máxima que uma turbina eólica pode obter é quando a velocidade do vento posterior as pás é 1/3 de sua velocidade anterior à interação com as pás. A equação (3) mostra a relação da potência retirada do vento com as velocidades anterior e posterior

$$P_{ret} = \rho \frac{Av_1^3}{4} [(1+x)(1-x^2)] \quad (3)$$

sendo ρ , a densidade do ar, A , a área da seção transversal onde percorre um fluxo de ar (no caso do rotor eólico, significa a área varrida pelas pás) e x é definido na eq. (4) como

$$x = \frac{v_3}{v_1} \quad (4)$$

onde v_1 é a velocidade do vento anterior às pás, v_3 a velocidade posterior as pás e v_2 a velocidade no nível das pás.

Nota-se que o valor máximo da potência retirada é encontrado quando $x = \frac{1}{3}$, ou seja, $v_3 = 1/3 v_1$. Sendo assim, o comprimento da pá, ou diâmetro do rotor, será definido pela potência que se pretende retirar do ar e converter em energia elétrica, pois a única variável que se pode alterar na equação (3), através de projeto, é A (área varrida pelas pás).

2.3.1.2. Viabilidade econômica

Quando se trata da visão econômica, sabe-se que o desenvolvimento econômico gera necessidade de energia para os diversos setores da cadeia produtiva de um país. Além do crescimento econômico, deve-se destacar as políticas de incentivo por parte dos governos, o desenvolvimento científico e tecnológico e o avanço do desenvolvimento social, onde uma parcela cada vez maior da população tende a ter acesso a cada vez mais bens de consumo e serviço. Esse fenômeno eleva o consumo de energia como um todo. Portanto a necessidade de aumento na geração representa um fato.

Esse fato não deve estar atrelado somente à geração centralizada de energia elétrica. Em projetos de geração de energia, a viabilidade econômica poderá ser a primeira a ser analisada, permitindo assim que outras viabilidades possam ser apreciadas posteriormente. Um projeto viável economicamente tem chances maiores de ser executado do que quando viável, inicialmente, em relação à técnica.

O estudo de viabilidade econômica para empreendimentos de pequeno porte pode ser feito de maneira simplificada, analisando-se variáveis disponíveis e concluindo-se por sua viabilidade ou não. Entre algumas variáveis a serem analisadas estão a disponibilidade de equipamentos de conversão de energia (TEPP) no mercado, preços, valores de energia, valores de aporte inicial no projeto, tempo de retorno financeiro, tempo e condições para haver retorno ambiental.

Disponibilidade de equipamento no mercado

O mercado de TEPP no Brasil mostra-se em fase inicial. Segundo Dutra, Pereira e Montezano (2015b), o segmento de aerogeradores no Brasil ainda é embrionário e aproximadamente 90% dos agentes não produtores percebem que a situação do mercado de aerogeradores de pequeno porte ainda é restrita e incipiente no país.

Em 2015, o Centro de Pesquisas em Energia Elétrica – CEPEL obteve uma encomenda do Ministério de Minas e Energia para realização de um estudo sobre o mercado de aerogeradores de pequeno porte no Brasil. O estudo foi dividido em duas etapas, gerando dois relatórios sobre o tema: um reportando o estado da arte e o contexto sobre geração descentralizada de energia com turbinas eólicas de pequeno porte e outro detalhando o perfil atual do segmento no Brasil (DUTRA, PEREIRA E MONTEZANO, 2015b).

No segundo relatório do CEPEL, foram apresentados resultados sobre o mercado de TEPP no país. O documento aponta algumas dificuldades que empresas produtoras têm para manter-se neste mercado: necessidade de oferecer produtos alternativos às turbinas, por exemplo, módulos fotovoltaicos; necessidade de investimento com recursos próprios (pouco investimento por parte de instituições de investimento em pesquisa); RN 482 da ANEEL como única iniciativa de regulamentação da produção descentralizada de energia com fontes renováveis (DUTRA, PEREIRA E MONTEZANO, 2015b).

Mesmo com o cenário se mostrando negativo, existem indústrias que investem nesse tipo de equipamento no Brasil. No item 2.1.2 foi apresentado um quadro com alguns fabricantes nacionais de TEPP. O mesmo quadro mostra alguns fabricantes estrangeiros de turbinas que podem ser adquiridas no Brasil.

Além do valor que se paga ao adquirir um sistema de geração completo, deve-se considerar os custos de manutenção dos equipamentos envolvidos. Segundo Reis, Oliveira e Carvalho (2006), o custo estimado de manutenção de um sistema eólico de pequeno porte é de aproximadamente 3% do custo da instalação. Já para Alé, Oliveira e Rossi (2016), o custo anual de manutenção está faixa de 1,5 a 2% do valor investido para turbinas novas e 3% para aquelas com mais idade.

A viabilidade econômica que tange disponibilidade de turbinas no mercado existe e é dependente do retorno financeiro esperado. Este retorno financeiro deve ser avaliado em relação aos valores pagos por energia elétrica. Quanto mais alto o

preço da energia elétrica, mais viável economicamente o investimento em geração própria.

Valores de energia – custo de energia

No modelo de geração centralizada de energia elétrica, o fornecimento para população se dá através de venda de energia por parte das concessionárias / distribuidoras. No Quadro 3, item 2.1.3 foi apresentada uma lista com as principais concessionárias de energia elétrica do Brasil.

Segundo a ABRADDEE (2016), tarifa de energia é o preço cobrado pela unidade de energia (kWh) que é formado pelos custos desde a geração até sua disponibilização aos consumidores.

O preço da energia deve ser suficiente para arcar com os custos de operação de todos os elementos elétricos que compõem o sistema, cobrindo investimentos realizados na rede e sua operação diária, resultando em baixo índice de falhas. Além disso, a disponibilidade de 24 horas por dia e 7 dias por semana também está incluída no preço (ABRADDEE, 2016).

A composição tarifária para consumidores cativos¹² no Brasil se faz da seguinte maneira, segundo a ABRADDEE (2016):

- I. Custos com aquisição de energia elétrica: contratação de montantes de energia por meio de leilões regulados (são repassados integralmente para os consumidores);
- II. Custos relativos ao uso do sistema de distribuição (TUSD): custos de operação e manutenção das redes de distribuição e despesas de capital;
- III. Custos relativos ao uso do sistema de transmissão (TUST): custo inserido na TUSD. O consumidor também paga por uma tarifa de uso do sistema de transmissão;
- IV. Perdas técnicas e não técnicas: perdas técnicas são devido à transformação de parte da energia em calor (paga por todos os consumidores). Perdas não técnicas são devido a furtos e problemas de medição. O valor pago pelos consumidores por esse tipo de perda depende da região da concessionária. Todos os consumidores de uma

¹² Consumidores cativos são aqueles que só podem comprar energia elétrica de sua distribuidora local. Consumidores residenciais são exemplos de consumidores cativos.

região pagam por aqueles consumidores que, por exemplo, furtam energia da rede (da mesma região);

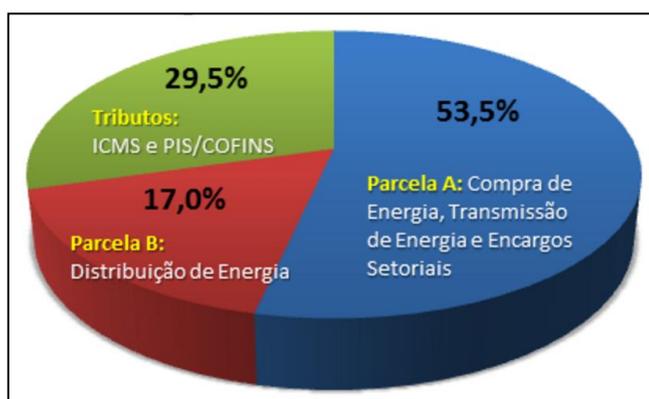
- v. Encargos diversos e impostos: os tributos que incidem na conta de luz são PIS/PASEP, COFINS e ICMS. Os encargos (não são impostos) são regulados pela ANEEL e visam a obtenção de recursos e ao financiamento de necessidades específicas do setor elétrico.

Nesta composição de valores, de acordo com a estrutura de receita tarifária de 2015 da ABRADÉE, os tributos são responsáveis por 30% da tarifa. A parte de compra e transmissão de energia, assim como os encargos setoriais representam 56% da tarifa. Já a parte de responsabilidade das distribuidoras é de 14%. Na porção das distribuidoras, 8% são dirigidos a custos com pessoal, materiais, serviços de terceiros e outros custos operacionais e 6% são destinados à remuneração e reintegração de capital, ou seja, o lucro das empresas concessionárias.

A ANEEL, por sua vez, considera que a composição da tarifa é feita pela soma dos grupos de geração de energia, transporte (transmissão e distribuição) e encargos setoriais. Entretanto a conta de luz ainda apresenta acréscimo de impostos dos governos federal, estadual e municipal, e contribuição para iluminação pública (ANEEL, 2016b).

A composição do valor final da conta de energia elétrica para consumidores residenciais, segundo a ANEEL (2016b), é apresentada na Figura 25.

Figura 25 – Composição do valor da conta de luz no Brasil

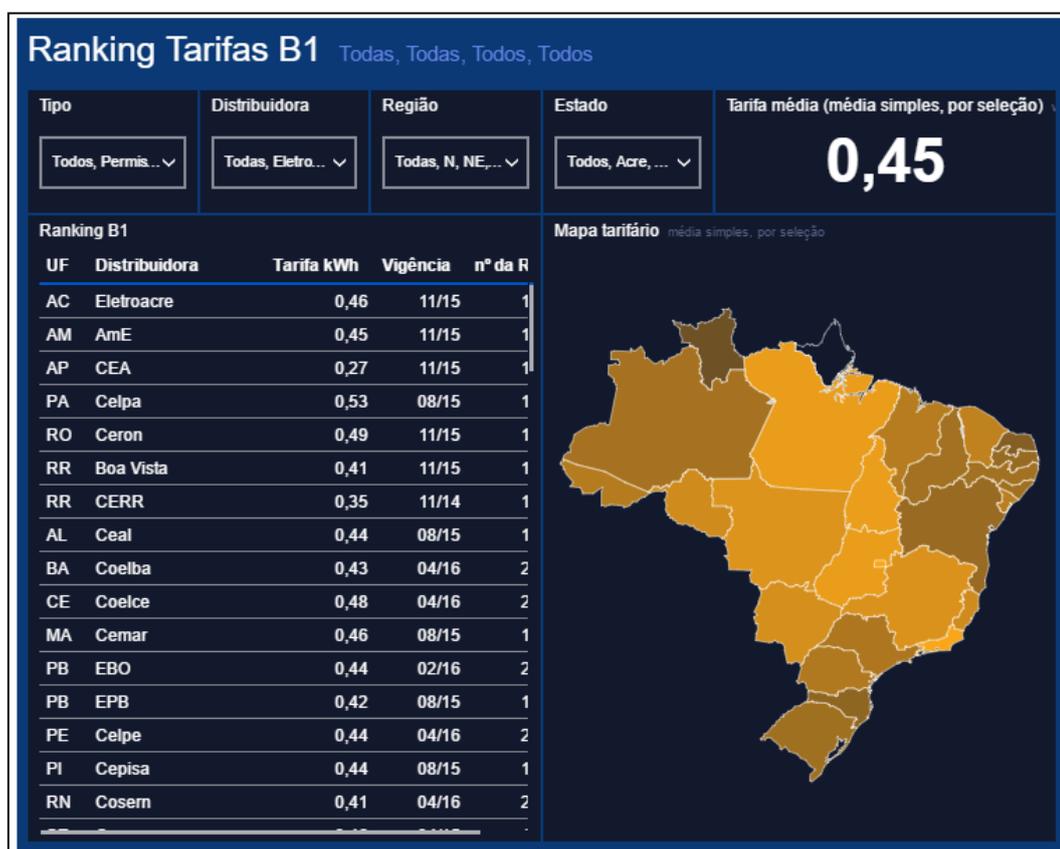


Fonte: ANEEL (2016b)

A ANEEL dispõe, em seu portal da internet, um aplicativo onde o usuário tem acesso a todas as 102 empresas (concessionárias e permissionárias) de energia elétrica do Brasil. Neste aplicativo (Figura 26) é possível saber a média de valores

de energia elétrica (kWh) cobrada por cada empresa, assim como a média por estado ou por região do país para consumidores residenciais. A média nacional em 17 de agosto de 2016 era R\$ 0,45.

Figura 26 – Simulador de tarifas da ANEEL



Fonte: ANEEL (2016b)

Investimento inicial e retorno financeiro

O benefício de investir em sistemas de geração de energia própria pode ser calculado pelo retorno financeiro e pelo ganho que esse processo pode proporcionar ao meio ambiente.

Um sistema de cálculo simples de retorno de investimento inicial em geração própria de energia é dividir o preço do sistema de conversão pelo preço que se paga por energia elétrica por mês. O resultado seria o tempo necessário (em meses) para integralizar o pagamento do sistema somente com o valor pago mensalmente na conta de luz, desconsiderando qualquer tipo de acréscimo por financiamento.

Este cálculo simples deixa de considerar o custo de disponibilização de energia elétrica que as concessionárias cobram. Esse custo é cobrado de todos os consumidores que possuem ligação de energia elétrica na rede de concessionárias.

Se o proponente de um sistema de geração de energia desejar ligar seu equipamento de geração na rede da concessionária para se beneficiar de créditos de energia, por exemplo, terá que arcar com esse custo de disponibilidade, mesmo que seu consumo mensal (em kWh) seja zero.

Deve ser considerado também o tempo de vida útil do sistema de geração, pois se o tempo de retorno financeiro exceder o prazo estipulado pelo fabricante do equipamento, a relação pode não instituir benefício financeiro para o proponente.

Ainda se o proponente decidir investir em equipamento de conversão usando financiamento em instituição financeira, o mesmo terá que considerar no cálculo de retorno financeiro os juros monetários referentes à operação de financiamento, além de demais encargos normalmente cobrados por instituições financeiras como seguros, taxas de abertura de créditos entre outras.

2.3.1.3. Impactos ambientais

Alguns gases presentes na atmosfera da Terra têm a propriedade de bloquear parte da radiação infravermelha proveniente do fluxo constante de energia solar que atravessa a atmosfera. Gases como o vapor d'água, o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄), o óxido nitroso (N₂O) e o ozônio (O₃), existem naturalmente na atmosfera do planeta e são essenciais para manutenção da vida. Entretanto a atividade humana ao longo do tempo está a proporcionar aumento de concentração de alguns desses gases. Além disso, há a emissão de outros compostos químicos produzidos exclusivamente pelo homem. (ACOT, 2007).

A emissão de Gases do Efeito Estufa (GEE) normalmente refere-se às quantidades de CO₂ emitidas na atmosfera, entretanto a métrica mais utilizada para esse tipo de medição é o Dióxido de Carbono Equivalente (CO₂e). Dióxido de Carbono Equivalente é utilizado para equalizar as emissões de vários GEE com base na importância relativa de cada gás, relacionando-o com o CO₂.

Em 2015, a média mensal do fator de emissão para fontes de conversão de energia elétrica tradicionais no Brasil, segundo o Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação – Brasil (2016), estava em 0,1244. Isto quer dizer que para cada kWh de energia elétrica produzida de maneira centralizada no Brasil, 0,1244 kg de CO₂ eram lançados na atmosfera.

O Instituto Brasileiro de Pesquisa e Gestão de Carbono – Instituto CO₂ ZERO é uma Organização da Sociedade Civil de Interesse público (OSCIP) que desde 2012 tem como missão “Promover e apoiar a preservação, conservação e recuperação do meio ambiente por meio de pesquisas científicas e outras estratégias inovadoras de mitigação e adaptação aos efeitos de mudanças climáticas, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida da sociedade sem prejudicar a das gerações futuras” (IBPGC, 2016). Este instituto disponibiliza, em sua página de internet, uma calculadora de compensação de CO₂ pelo plantio de árvores, apresentada na Figura 27.

Figura 27 – Calculadora de CO₂



Calculadora de compensação de CO₂ pelo plantio de árvores.
Preencha as informações abaixo e saiba quantas árvores você precisa plantar por ano para compensar a natureza.

Consumo de Energia: 170

Consumo de Gás: Botijão m³: 0,5

Consumo de Combustível: Álcool Gas. Diesel: 15 | 400

Viagens aéreas: Km/Ano

Você lança **850,55** kilogramas na atmosfera todo ano. Você deve plantar **5** árvores para compensar isso.

Fonte: Instituto Brasileiro de Pesquisa e Gestão de Carbono (2016)

Neste aplicativo o usuário fornece dados como consumo de energia, consumo de gás, consumo de combustível. O aplicativo responde com um valor de emissão de CO₂ na atmosfera (kg/ano) e uma maneira de compensar essa emissão (plantio de árvores).

Em se tratando do retorno ambiental em relação ao investimento em geração própria de energia, pode-se citar a não emissão de agentes poluentes na atmosfera como o principal fator. A substituição de fontes tradicionais poluentes por fontes renováveis de energia pode melhorar a relação de hábitos sustentáveis do proponente do sistema, tratando-se de um ciclo eficaz de geração e consumo de energia.

3. SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA

Este capítulo aborda a proposição de um sistema de informação para geração de energia elétrica através de TEPP. No capítulo será apresentado o objetivo da proposta, o método adotado no processo de implementação, as formas de divulgação do produto constituído na pesquisa, considerações sobre o desempenho do produto e breves comparações com os pares existentes.

Na parte inicial desta tese, item 1.2, foi apresentada justificativa e motivação para existência do estudo e proposição do produto aqui mostrado: um sistema de informação no formato de página de internet (*web-based*), de acesso livre para qualquer usuário, que atinja o maior número de pessoas possível, auxiliando assim na divulgação dos benefícios da geração distribuída de energia elétrica no Brasil.

Sendo assim, pretende-se elaborar um sistema de informação onde usuários interajam e obtenham conhecimento, esclarecimentos e opiniões sobre geração própria de energia com turbina eólica de pequeno porte

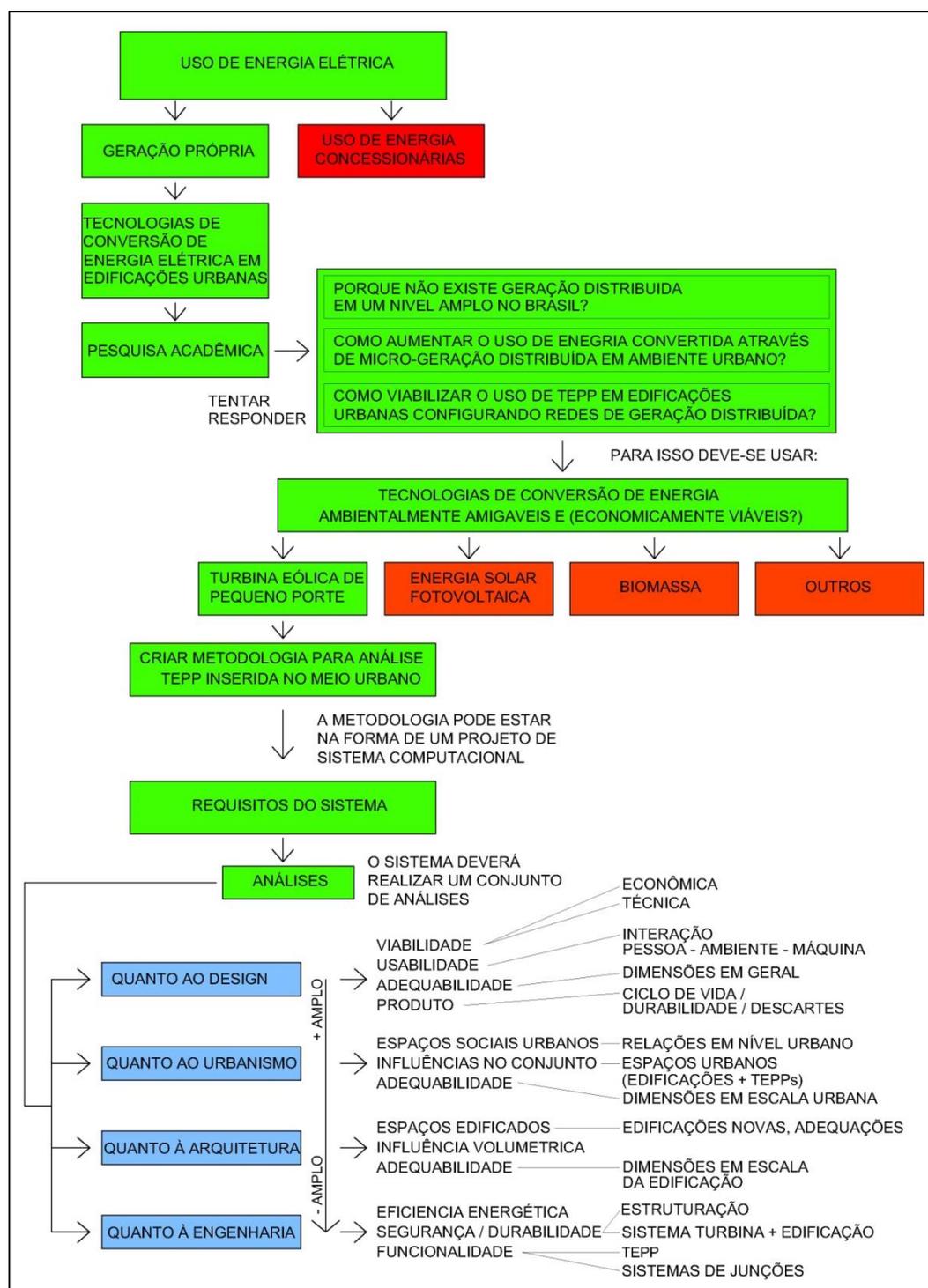
3.1. MÉTODO PROPOSTO

A proposta do produto desta pesquisa é um sistema de informação amplo, com possibilidades mais abrangentes do que as que serão apresentadas no sistema doravante explicitado. Por conta disto, foi elaborado inicialmente um organograma funcional para encaminhar as ações. O produto não contempla todo o potencial descrito no organograma, ficando parte deste potencial como possibilidade de pesquisas futuras.

O organograma tende a demonstrar como o uso da energia elétrica pode ser feito através de geração própria com tecnologia de conversão de energia limpa e renovável. Para isso, aponta para realização de pesquisa acadêmica que tenta responder por que não existe geração distribuída em um nível amplo no Brasil. Além disso, a pesquisa acadêmica deve possibilitar visibilidade no uso de TEPP para geração distribuída.

O organograma (Figura 28) mostra algumas tecnologias para conversão de energia e prossegue citando TEPP e métodos (na forma de sistema computacional) para análise desse tipo de equipamento. A partir daí, o organograma cita a construção de requisitos para um sistema que deverá realizar um conjunto de análises, perfazendo a totalidade de possibilidades destacadas neste organograma.

Figura 28 – Organograma funcional



Fonte: o autor

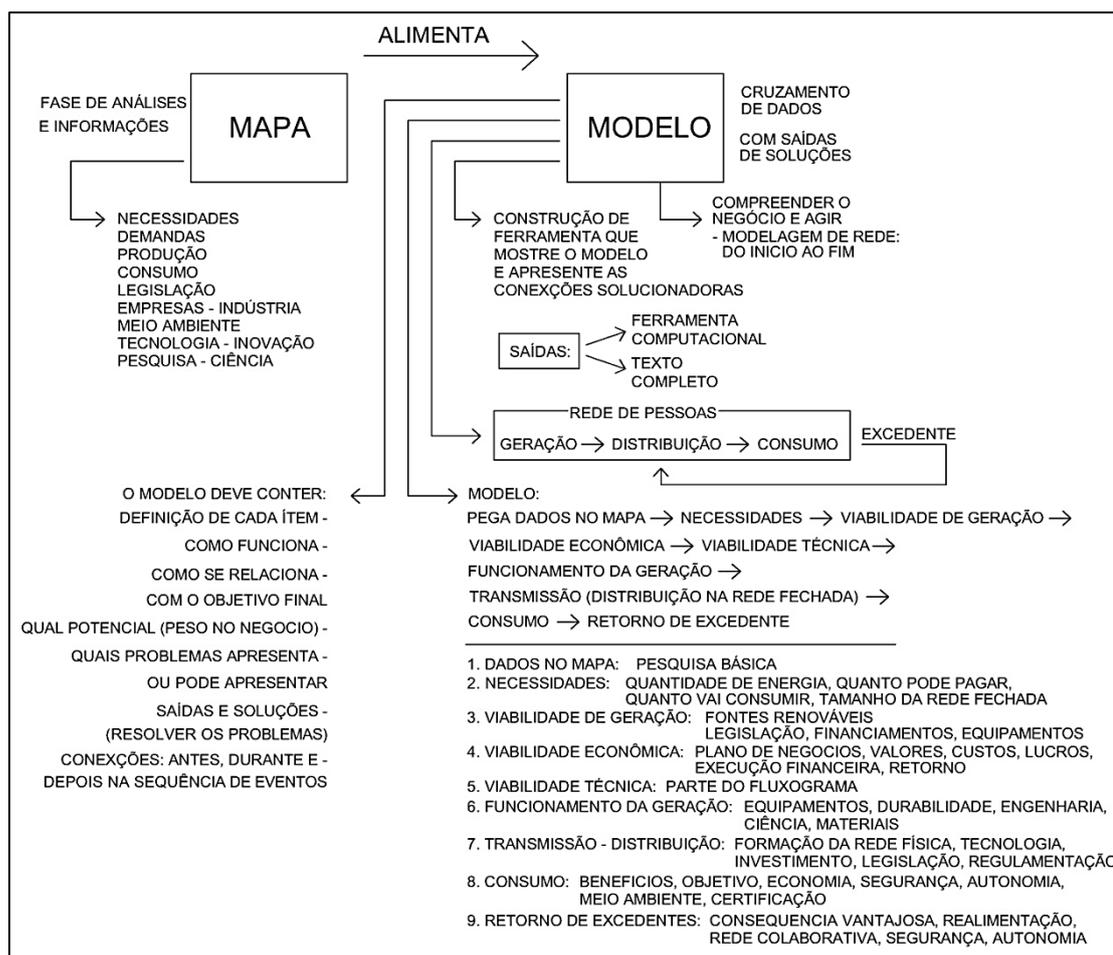
O método estabelecido para fornecer subsídios de operação do sistema consiste na organização de dados e elaboração de um mapa-modelo com elementos de ação. Estes elementos serão utilizados na implementação do aplicativo proposto.

3.1.1. Mapa-modelo e conexões solucionadoras

A organização das informações para construção do sistema foi baseada em alguns dos passos citados por Isakowitz, Stohr e Balasubramanian (1995) no método RMM, descrito no item 2.2.2.1, na fundamentação teórica desta pesquisa.

Esta organização traduz-se na construção de um mapa-modelo dos requisitos básicos. A Figura 29 apresenta um conjunto de informações que formam o método, derivado do diagrama RMM, adotado para o sistema proposto.

Figura 29 - Mapa-modelo proposto



Fonte: o autor

O mapa é a parte analítica geral, contém informações de ordem ampla e demonstra alguns requisitos para desenvolvimento do sistema. Esses requisitos dizem respeito desde as necessidades de existência do sistema até o projeto de artefatos, reais ou virtuais, relacionados às soluções que serão propostas. Já o modelo constitui-se da proposição de construção de conexões solucionadoras.

As conexões solucionadoras podem ser entendidas como ações estruturadas que se relacionam com seu entorno para fornecer soluções pontuais. Dessa maneira o modelo deve conter objetos com atribuições diversas, prontos para realizar ações. Os objetos do modelo são alimentados por informações provenientes do mapa (inclusive requisitos) e relacionam-se com outras informações vindas do próprio usuário do sistema.

As requisições de usuários não devem passar para o mapa, uma vez que é no modelo que as ações devem ocorrer. As respostas às requisições de usuários serão captadas no modelo. As saídas são informações fixas e informações variáveis. Informações fixas estão na forma de textos e imagens autoexplicativas de acordo com as escolhas do usuário durante sua experiência no sistema. Informações variáveis surgem no decorrer da montagem de uma simulação de projeto pelo próprio usuário.

Um exemplo do funcionamento deste método pode ser entendido por uma necessidade da informação do quanto um usuário teria de pagar de conta de luz, por mês, pela utilização de alguns aparelhos em sua residência. Neste caso, as informações constantes no mapa são: o motivo da necessidade de informação requerida pelo usuário e a lista de aparelhos consumidores de eletricidade para o usuário escolher. Já as informações constantes no modelo são: preço do kWh, número de aparelhos escolhidos, suas respectivas potências e seus tempos de uso dentro de um mês e a equação para calcular o valor da conta de luz. De posse dos dados do modelo, o sistema realiza conexões relacionando os objetos de ação equação, preço do kWh, aparelhos, potências e tempo de uso. Tais conexões devem solucionar o problema inicial, fornecendo a informação requerida pelo usuário, constatada no mapa.

A proposta de desenvolver um sistema computacional permite que a simulação pelo método proposto possa ser feita *online* diretamente a partir do preenchimento de campos disponíveis na interface de projeto do aplicativo. As saídas serão informações de cunho prático que guiarão o usuário através da simulação de seu sistema de geração de energia através de TEPP.

3.2. PROCESSO DE IMPLEMENTAÇÃO

Serão apresentados neste tópico todos os procedimentos de implementação do sistema proposto. Inicialmente foi elaborado o nome do sistema aqui desenvolvido: SIEólica, acrônimo derivado das palavras Sistema de Informações para Geração de Energia Eólica.

A partir das informações estabelecidas no mapa-modelo, parte proveniente da fundamentação teórica desta pesquisa, foi identificada a necessidade de requisitos de projeto para o sistema.

3.2.1. Requisitos do sistema

O sistema proposto nesta pesquisa pode ser dividido em: sistema de informação (o todo) e aplicativo de simulação (inserido no sistema). Por isso a parte de requisitos foi dividida em duas.

Primeiramente o significado do termo requisito deve ser estabelecido, uma vez que, para informática, esse termo tem sentido definido e preciso.

Requisito, no contexto de desenvolvimento de *software*, segundo o dicionário de *software* (IEEE, 1990), é definido como:

- I. Condição ou capacidade necessitada por um usuário para resolver um problema ou alcançar um objetivo;
- II. Condição ou capacidade que deve ser satisfeita ou possuída por um sistema ou componente do sistema para satisfazer um contrato, um padrão ou uma especificação;
- III. Uma representação documentada de uma condição ou capacidade como consta em I ou II.

Deve-se levar em conta a diferença entre requisito e especificação. Segundo Ferreira (1986), especificação é “uma descrição rigorosa e minuciosa das características que um material, uma obra, ou um serviço deverão apresentar”.

Os requisitos para o sistema proposto (o todo) terão características de um sistema de informação. Para tanto, foi elaborado um quadro com requisitos e locais onde os mesmos se aplicam (Quadro 7).

Quadro 7 – Requisitos do sistema (todo)

Requisito	Aplicação
APP informativo	Essência
Acesso grátis	Sem cadastro
Sem instalação	<i>Web-based</i>
Uso universal	Idiomas português e inglês
Conteúdo multimídia	Vídeos, textos, aplicativo simulação
Interatividade	Simulador, pesquisa de opinião
Caráter acadêmico	Na estrutura toda
Possibilidade de crescimento	Pesquisas futuras
Sem armazenamento interno	Não uso de banco de dados
HTML, JavaScript, CSS (lógica leve)	Não uso de <i>framework</i>
APP para dispositivos móveis	Desenvolvimento Android e iOS

Fonte: Dados da pesquisa

O aplicativo de simulação, inserido no sistema, tem seus requisitos e suas respectivas aplicações apresentados no Quadro 8.

Quadro 8 - Requisitos do Aplicativo de simulação

Requisito	Aplicação
APP informativo	Essência
Mínimo de conhecimento requerido	Uso geral, intuitivo, boa usabilidade
Uso universal	Idiomas
Interatividade	Requisições e respostas
Caráter acadêmico/comercial	Potencial para ser comercial
Possibilidade de crescimento	Pesquisas futuras
Sem armazenamento interno	Não uso de banco de dados
HTML, JavaScript, CSS (lógica leve)	Não uso de <i>framework</i>
APP para dispositivos móveis	Desenvolvimento Android e iOS
APP móvel com uso <i>offline</i>	Funções no APP

Fonte: Dados da pesquisa

3.2.2. Produção / programação

O sistema SIEolica foi desenvolvido como um produto para atender necessidades de informação, constatadas no início desta pesquisa. Sua produção foi baseada na fundamentação teórica apresentada e nos requisitos elencados no item 3.3.1. Como o produto é um sistema de informação baseado na internet (*web-based*), sua construção foi feita em linguagem interpretada apropriada, com características de facilidade de implementação, que resultaram em um sistema leve e prático.

3.2.2.1. Plataforma / Linguagem / Arquivos

O sistema foi desenvolvido em plataforma Windows (Microsoft), com a ferramenta Notepad++. As principais linguagens utilizadas foram HTML, JavaScript e CSS. A produção do sistema gerou 124 arquivos dos quais 28 são de linguagem de marcação para construção do leiaute de página de internet (HTML), 78 são arquivos de imagens, 15 são arquivos com extensão .js (JavaScript), 3 são arquivos com extensão .css (estilo para aprimoramento de páginas de internet).

Além das características de implementação do aplicativo *web-based*, o *APP mobile* que também foi desenvolvido nesta pesquisa possui particularidades em seu processo de desenvolvimento que serão especificadas no item 3.3.9.

O sistema foi concebido para estar em forma de página de internet, portanto foi necessário prever os caminhos a serem tomados pelo usuário para chegar a cada local, gerando um mapa do sistema

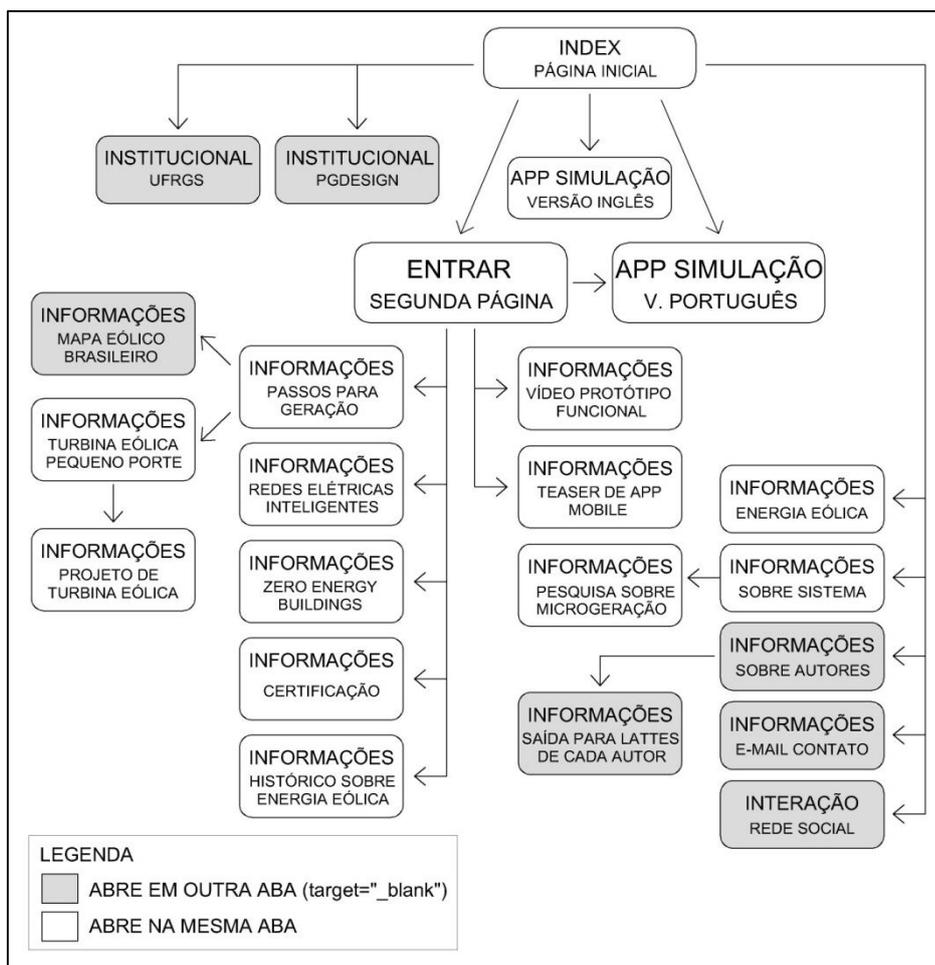
3.2.2.2. Mapa do sistema

Todas as páginas assim como o caminho que se percorre para chegar até elas estão presentes no mapa de navegação do sistema. Este mapa mostra todos os locais (páginas) onde o usuário se depara com informações.

A navegação no sistema foi projetada para privilegiar a chegada do usuário no aplicativo de simulação. Por isso foi posto um acesso à área de simulação na página inicial. Este acesso também se encontra na segunda página, aonde se chega ao clicar em 'entrar'.

Além disso, a transição para algumas páginas é feita com a abertura de uma nova aba no navegador do usuário. O objetivo, nestes casos, é fazer com que o usuário não precise clicar em voltar diversas vezes para acessar novamente as páginas consideradas chave no sistema, que é a página inicial, a página do aplicativo de simulação e a segunda página. Esse mecanismo e formatação se encontram no mapa do sistema mostrado na Figura 30.

Figura 30 - Mapa do sistema



Fonte: o autor

O aplicativo de simulação contém um *link* para o Atlas Eólico Brasileiro. Esse *link* é necessário para quando o usuário precisar consultar qual a média de velocidade de vento no local em que se encontra ou pretende obter informações. Por esse motivo a página onde está o Atlas abre em outra aba ou em outra janela do navegador do usuário. Desta maneira o usuário continua com sua página de simulação sem modificações. Se alguns campos estiverem preenchidos, as informações serão mantidas.

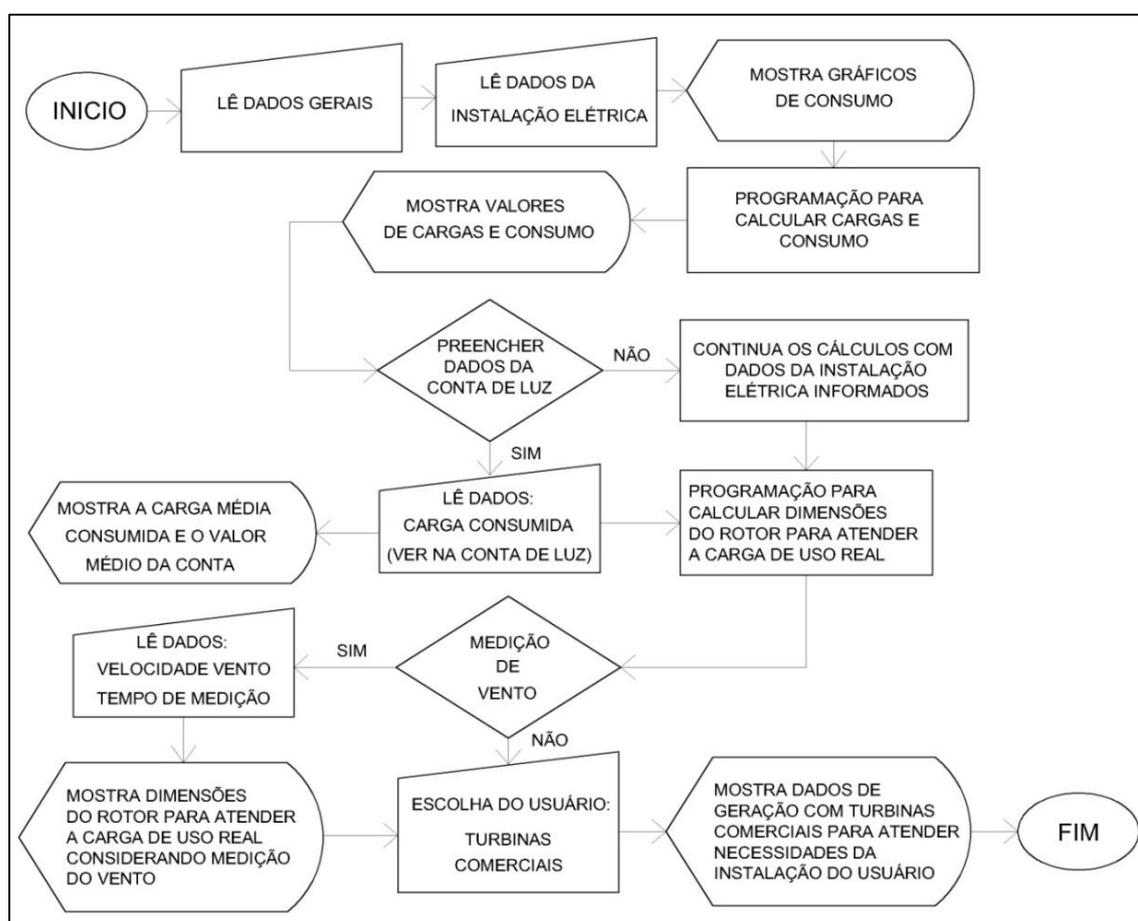
Páginas de informações colocadas na página inicial (*index*) também têm essa característica de abrir em outras abas. Essas páginas podem conter um elevado índice de desistência. Nesse caso evita-se que o usuário acesse uma página de rede social, por exemplo, e esqueça ou perca o interesse pelo aplicativo.

3.2.3. Aplicativo de simulação

Em relação ao aplicativo de simulação, antes de iniciar o trabalho na programação propriamente dita, foi necessário projetar suas funcionalidades e respostas pretendidas. Por isso foi elaborado um fluxograma com passos necessários para o atendimento de requisitos estabelecidos na fundamentação teórica, no mapa-modelo, no organograma funcional e no quadro de requisitos, descritos anteriormente.

A Figura 31 apresenta o fluxograma com as etapas elaboradas para o funcionamento do aplicativo de simulação.

Figura 31 - Fluxograma do aplicativo de simulação



Fonte: o autor

Este fluxograma tem caráter informativo, logo o aplicativo derivado dele terá esta característica. O funcionamento será a partir da leitura de dados, processamento e informação de outros dados.

O fluxograma exposto contém quatro tipos de objetos: os que leem dados, os que mostram dados, os que contêm funções (realizam cálculos) e os que solicitam uma decisão do usuário.

Além do fluxograma, foi elaborado um gráfico esquemático de organização por grupos de informação: grupo que recebe dados e grupo que devolve dados (Figura 32). Esta organização divide o aplicativo em sete seções consecutivas.

Figura 32 - Organização do aplicativo em seções

SEÇÃO 1	ENTRA DADOS	<ul style="list-style-type: none"> • PREÇO DE ENERGIA ELÉTRICA • VELOCIDADE DE VENTO 	←
	SAI DADOS	<ul style="list-style-type: none"> • APP VELOCIDADE VENTO • CONVERSOR VELOCIDADE 	→
SEÇÃO 2	ENTRA DADOS	<ul style="list-style-type: none"> • APARELHOS CONSUMIDORES • TEMPOS DE USO 	←
	SAI DADOS	<ul style="list-style-type: none"> • CONSUMO DE APARELHOS • GRÁFICOS DE CONSUMO 	→
SEÇÃO 3	SAI DADOS	<ul style="list-style-type: none"> • RESULTADOS DE CARGAS • RESULTADOS DE CONSUMO 	→
SEÇÃO 4	ENTRA DADOS	<ul style="list-style-type: none"> • CONSUMO CONTA DE LUZ 	←
	SAI DADOS	<ul style="list-style-type: none"> • CARGA MÉDIA CONSUMIDA • VALOR DA CONTA 	→
SEÇÃO 5	SAI DADOS	<ul style="list-style-type: none"> • CARACTERÍSTICAS DE UMA TURBINA PARA SUPRIR TUDO 	→
SEÇÃO 6	ENTRA DADOS	<ul style="list-style-type: none"> • DADOS DE MEDIÇÃO DE VENTO 	←
	SAI DADOS	<ul style="list-style-type: none"> • CARGA MÉDIA CONSUMIDA • TURBINA PARA SUPRIR TUDO 	→
SEÇÃO 7	SAI DADOS	<ul style="list-style-type: none"> • INFORMAÇÕES SOBRE TEPP • INFORMAÇÕES SOBRE CO2 • INFORMAÇÕES INVESTIMENTO E RETORNO FINANCEIRO 	→

Fonte: o autor

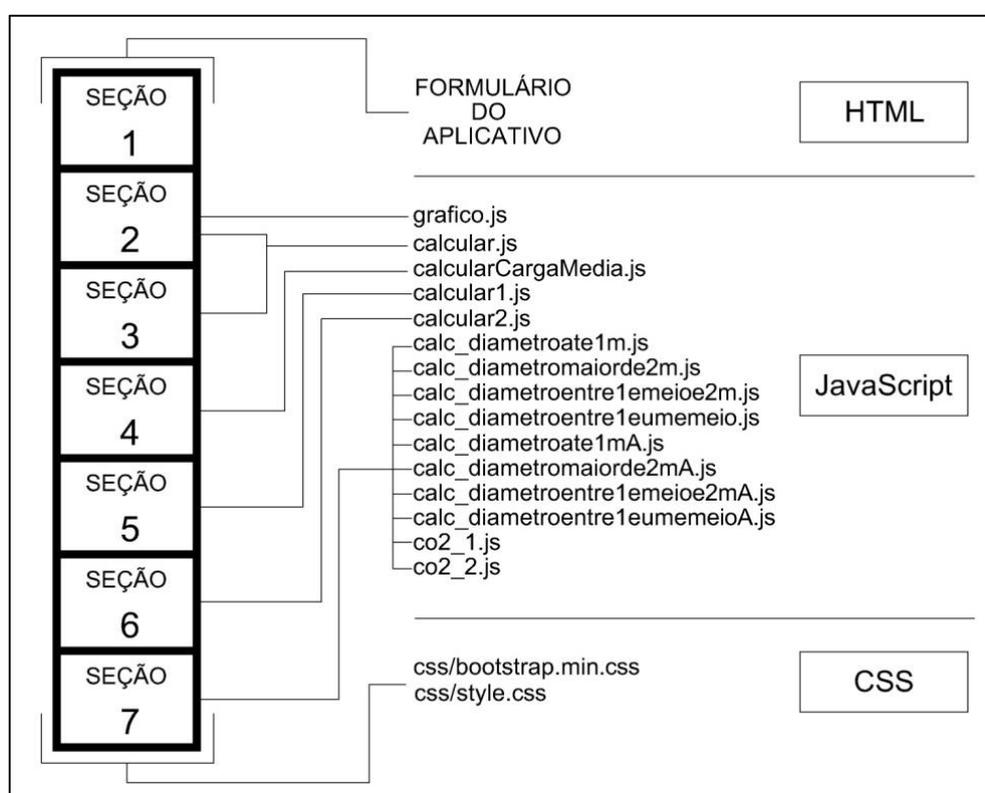
Na Figura 32 todas as sete seções do aplicativo são apresentadas. Na maioria delas há entrada e saída de dados (informações). Na maioria das seções, onde há saída de dados, há necessidade de processamento. Os processamentos das informações, descritos no fluxograma do aplicativo como “programação para”, foram implementados em JavaScript com arquivos separados dos códigos fonte HTML. Nestes casos foram inseridos nos arquivos HTML linhas de programação com atributos tipo “src” para “ligar” estes arquivos a arquivos externos de *script* do tipo .js, onde estão as funções que recebem dados, realizam operações e devolvem outros dados.

3.2.3.1. Abstrações e procedimentos

A parte lógica do aplicativo foi separada da parte gráfica e de interação com o usuário. Esta separação não chega ao nível de separação de processos como a arquitetura MVC, por exemplo, nem como um *framework* de desenvolvimento, mas visa facilitar o entendimento e funcionamento do aplicativo. Assim a alteração de alguma parte, quando necessária, não pressupõe o manuseio de um todo, ou arquivos grandes que contenham partes que não serão modificadas.

A separação descrita é mostrada, de maneira esquemática, na Figura 33.

Figura 33 - Separação de arquivos



Fonte: o autor

Nesta proposta de separação, alguns arquivos de *script* fazem parte de uma seção, recebendo dados dela e/ou fornecendo dados. Alguns *scripts* fazem parte de uma mesma seção, como é o caso dos arquivos JavaScript para fornecer informações na seção 7. Existem nesta seção oito opções de turbina eólica para o usuário escolher. Cada uma delas retorna com informações diferentes. Neste caso foram criados *scripts* em arquivos diferentes para facilitar seu manuseio e edição ou atualização, caso necessário.

Os arquivos tipo CSS (folha de estilo) funcionam em todo o formulário e fornecem atributos de estilo para a página do aplicativo com a inserção das *tags* `<link href="css/bootstrap.min.css" rel="stylesheet">` e `<link href="css/style.css" rel="stylesheet">`. Como pode-se ver nessas *tags*, foi utilizado *Bootstrap* (no construtor *LayoutIt*) para melhoramento visual da página. *Bootstrap* é, segundo sua página na internet, um *framework* para desenvolvimento responsivo (que se adapta à tela do usuário) utilizando HTML, CSS e JS. Com essa ferramenta é possível projetar interfaces de aplicativos *web-based*. A ferramenta online *LayoutIt*, segundo sua página na internet, é um construtor de interface, baseado no *Bootstrap* e possui atributo “arrasta e solta” para ajudar no desenvolvimento.

O aplicativo de simulação foi elaborado em um único formulário que, no HTML, foi descrito como `<form id="formulário">` para fornecer e receber informações com a linha de *script* `document.getElementById("formulario")` presente em todos os arquivos JavaScript.

Foram permitidas exceções a esta separação. No arquivo HTML do aplicativo, os *scripts*: cálculo de conversão de velocidade (seção 1), funções de alerta (`informtempo()` e `informtempo1()`) e função de rastreamento do *Google Analytics*, são internos desse arquivo.

3.2.3.2. Operações sobre dados (naturais e do usuário)

Os arquivos que processam a parte lógica do aplicativo são os do tipo JavaScript. Estes arquivos recebem dados do formulário (interface com usuários), tidos como variáveis e também contém constantes, principalmente equações, para devolver dados na interface.

O Quadro 9 apresenta cada um dos arquivos de *script* do tipo JavaScript e suas funções.

Quadro 9 - *Scripts* e suas funções

Arquivo	Função
gráfico	Apresenta gráficos tipo barra na seção 2.
calcular	Calcula as cargas: instalada, demandada e de consumo real, além de calcular também o valor, em reais, do consumo do usuário.
calcularCargaMedia	Calcula a média das cargas preenchidas na seção 4 (3 últimas contas de luz) e a média de valor, em reais, do consumo.
calcular1	Calcula as dimensões do rotor de uma TEPP para suprir a carga de uso real vinda da seção 2 ou da seção 4.
calcular2	Calcula as dimensões do rotor de uma TEPP para suprir a carga de uso real vinda da seção 2 ou da seção 4 considerando os dados de medição de vento feita pelo usuário e preenchidos na seção 6.
calc_diametroate1m	Calcula a porcentagem de fornecimento de energia pela turbina escolhida e o retorno financeiro (tempo) para o investimento.
calc_diametroentre1eumemeio	
calc_diametroentre1emeioe2m	
calc_diametromaiorde2m	
calc_diametroate1mA	
calc_diametroentre1eumemeioA	
calc_diametroentre1emeioe2mA	
calc_diametromaiorde2mA	
co2_1	Calcula a quantidade de CO ₂ (equivalente) que se evita emitir ao usar a turbina escolhida.
co2_2	

Fonte: Dados da pesquisa

A seguir serão descritos cada um dos *scripts* desenvolvidos para o aplicativo de simulação.

Script “gráficos”

O *script* criado para gerar gráficos do tipo barra foi elaborado contendo dados de todos os aparelhos disponíveis na seção 2. Foi usado o elemento *Canvas* com contexto “2d”, com a forma de retângulos. Estes retângulos têm suas alturas (eixo y) fixas e seus comprimentos (eixo x) variáveis de acordo com valores recebidos do usuário. A Figura 34 mostra uma parte desse *script*, elaborada para o aparelho Ar condicionado de 12000 BTU.

Figura 34 - Parte do *script* que gera gráficos

```

31 var d = document.getElementById("canvas1");
32 var b = d.getContext("2d");
33 var carga = formulario.cargareal.value;
34 var ar12000 = formulario.ar12000.value;
35 var T_ar12000 = formulario.T_ar12000.value;
36 var ar_12000 = 100*((ar12000*1.9*(T_ar12000*30))/carga);
37
38 b.clearRect(0, 0, canvas.width, canvas.height);
39
40 if (ar_12000<=10) {
41   b.fillStyle = "green";
42 } else{
43   if (10<ar_12000<15) {
44     b.fillStyle = "yellow";}
45   if (ar_12000>15) {
46     b.fillStyle = "red";
47   }
48 }
49
50 b.fillRect(0,0,ar_12000+ar_12000,15);
51 formulario.ar_12000.value = ar_12000.toFixed(0)+'%';

```

Fonte: o autor

No *script* apresentado, na linha 34 a variável *ar12000* recebe o valor de quantidade de aparelhos do usuário na seção 2 (quantos aparelhos de ar condicionado com 12000 BTU o usuário possui). A variável *T_ar12000*, na linha 35, recebe o valor do tempo de uso desse aparelho (em horas por dia). Foi criada uma variável, na linha 36, chamada *ar_12000* que receberá o resultado da seguinte equação:

$$ar_12000 = 100 \frac{NapP(30T)}{Ct} \quad (5)$$

Nesta equação (5) *Nap* é o número de aparelhos, informado pelo usuário, *P* é a potência do aparelho (no caso do ar condicionado de 12000 BTU foi considerada potência 1,9 kW), *T* é o tempo diário de uso do aparelho (informado pelo usuário) multiplicado por 30 porque deve ser considerado uso por 30 dias (um mês), e o *Ct* é a carga total dos aparelhos escolhidos pelo usuário, já considerando seus tempos de uso. O resultado desta equação será o valor do eixo x do retângulo (barra do gráfico). Ainda na Figura 34 pode-se ver na linha 50 que a variável *ar_12000*, que recebeu o valor a ser considerado no eixo x, foi somada com ela mesma. Isto fez

com que sua magnitude fosse ampliada para melhorar a visualização do gráfico tipo barra. O eixo y foi considerado 15 por ser um tamanho adequado para o gráfico em questão.

Além disso, foi inserido um sistema de cores para melhor visualização e facilitar a identificação dos aparelhos que consomem mais energia. Nesse sentido, foi implementada uma condição, iniciando na linha 40 do *script* da Figura 34, que define que quando o valor resultante da eq. (5) for menor ou igual a 10, o gráfico terá cor verde. Se o valor estiver entre 10 e 15, o gráfico será amarelo. Já se o resultado for maior de 15, o gráfico aparecerá na cor vermelha. Esta representação de cores segue a lógica dos semáforos (adaptada) onde o vermelho representa os maiores consumos relativos, o amarelo quer dizer consumo intermediário e o verde representa os aparelhos com menor consumo em relação ao total das escolhas do usuário.

***Script* “calcular”**

O *script* denominado “calcular” no Quadro 9, refere-se à função para calcular cargas e apresentar resultados na seção 3 do aplicativo. Neste *script* são captados os valores preenchidos na seção 2 e transformados em variáveis (número de aparelhos selecionados e tempo de uso de cada um). Logo após, foram definidos os três tipos de cargas a serem calculadas: carga de uso real, carga demandada e carga total instalada. A carga de uso real é calculada com a seguinte equação:

$$Cr = 30 \left(\sum_{i=1}^n Nap_i P_i T_i \right) \quad (6)$$

onde Nap é o número de aparelhos, P é a potência do aparelho e T é o tempo diário de uso do aparelho. Como o tempo de uso no aplicativo é considerado em horas por dia, e o resultado apresentado na seção 3 está em meses, foi necessário multiplicar por 30.

A referida equação foi implementada em JavaScript. Parte do *script* é apresentado na Figura 35.

Figura 35 – Parte do *script* para cálculo da carga de uso real

```

203...
204 cargareal1 = 30*((ar7500*1.1*T_ar7500)+(ar12000*1.9*T_ar12000)+(cargademan1)+(aparelhosresistivos));
205 var cargareal = cargareal1.toFixed(1);
206 formulario.cargareal.value = cargareal;
207...

```

Fonte: o autor

Na linha 204 da Figura 35 pode-se ver que a soma dos aparelhos e seus respectivos atributos de tempo de uso foi feita utilizando-se encapsulamento. A variável “cargademan1” recebeu anteriormente os valores de número de aparelhos, carga do aparelho e tempo de uso para iluminação e aparelhos que ligam em tomadas simples (soma de todos os aparelhos cujo preenchimento na seção 2 do aplicativo foi feita); e a variável “aparelhosresistivos” recebeu anteriormente os valores de número de aparelhos, carga do aparelho resistivo e tempo de uso (soma de todos os aparelhos cujo preenchimento na seção 2 do aplicativo foi feita). Por fim a carga de uso real foi enviada ao formulário da interface com o usuário através das linhas 205 e 206 do *script* da Figura 35.

A carga demandada é calculada seguindo a forma de cálculo do Regulamento das Instalações Consumidoras Baixa Tensão (RIC-BT, 2014):

$$D = a + b + c + d + e + f \quad (7)$$

onde a é a demanda por iluminação e tomadas, dada conforme a Figura 36 (a), b é a demanda por aparelhos resistivos, conforma a Figura 36 (b), c é a demanda por aparelhos de ar condicionado, conforme a Figura 36 (c), d é a demanda por ar condicionado central (desconsiderado), e é a demanda por motores elétricos, conforme a Figura 36 (e) e f é a demanda por aparelhos de solda e raios-X (desconsiderados).

Figura 36 - Fatores para cálculo de demanda

(a)		(b)		(c)		
Potência P (kW)	Fator de demanda	NÚMERO APARELHOS	FATOR DE DEMANDA (%)	CAPACIDADE BTU/h	Kcal/h	POTÊNCIA VA
0 < P ≤ 1	86	1	100	7.100	1.775	1.100
1 < P ≤ 2	80	2	75	8.500	2.125	1.550
2 < P ≤ 3	74	3	70	10.000	2.500	1.650
3 < P ≤ 4	66	4	66	12.000	3.000	1.900
4 < P ≤ 5	58	5	62	14.000	3.500	2.100
5 < P ≤ 6	52	6	59	18.000	4.500	2.860
6 < P ≤ 7	47	7	56	21.000	5.250	3.080
7 < P ≤ 8	43	8	53	30.000	7.500	4.000
8 < P ≤ 9	40	9	51			
9 < P ≤ 10	37	10	49			
10 < P ≤ 11	35					
11 < P ≤ 12	33					
12 < P ≤ 13	31					
13 < P ≤ 14	30					
14 < P ≤ 15	29					
15 < P	28					
mínimo 30W/m²						

(e)		(f)	
NÚMERO MOTORES	FATOR DE DEMANDA (%)	POTÊNCIA INST. EM APARELHOS (kVA)	FATOR DE DEMANDA (%)
1	100	1 a 10	100
2	90	11 a 20	85
3 a 5	80	21 a 30	80
mais de 5	70	31 a 40	75
		41 a 50	70
		51 a 75	65
		Acima de 75	60

Fonte: Adaptado de RIC-BT (2014)

A equação (8) deriva da forma de cálculo do RIC-BT para carga demandada:

$$D = \left[F_a \left(\sum_{i=1}^n Pt_i \right) \right] + \left[F_b \left(\sum_{i=1}^n Par_i \right) \right] + \left(\sum_{i=1}^n Pca_i \right) \quad (8)$$

na eq. (8), F_a é o fator de demanda para aparelhos de iluminação e tomadas, Pt é a potência de cada aparelho de iluminação e tomada que foi preenchido pelo usuário, F_b é o fator de demanda para aparelhos resistivos e Par é a potência de cada aparelho resistivo e Pca é a potência de cada aparelho condicionador de ar. No cálculo da demanda não são considerados os tempos de uso dos aparelhos consumidores.

A Figura 37 mostra parte do *script* elaborado a partir da equação (8) para realizar o cálculo de demanda de carga no aplicativo de simulação.

Figura 37 - Parte do *script* para cálculo da carga demandada

```

197...
198 cargademan = (cargademan3*fator)+(aparelhosresistivos2*fator1)+(ar7500*1.1)+(ar12000*1.9);
199 var cargadem = cargademan.toFixed(2);
200 formulario.cargadem.value = cargadem + '\ kVA';
201...

```

Fonte: o autor

No *script* apresentado na Figura 37, a demanda para iluminação e tomadas encontra-se nas variáveis “cargademan3” e “fator”. Neste caso, a variável “cargademan3” recebe o valor da soma das cargas de todos os aparelhos de iluminação e tomadas preenchidos pelo usuário do sistema. A variável “fator” (que na linha 198 da Figura 37 é multiplicado pela soma das cargas de iluminação e tomadas) refere-se ao fator de redução para demanda de iluminação e tomadas conforme o RIC-BT (Figura 36 (a)).

O fator de demanda para aparelhos de iluminação e tomadas é dependente do somatório das potências dos aparelhos e foi implementado com a condição *if-else* (Figura 38). Assim, conforme a soma das cargas de iluminação e tomadas (variável “cargademan3”) aumenta, o fator a ser considerado na demanda diminui.

Figura 38 - Parte do *script* do fator de demanda para iluminação e tomadas

```

102...
103 if (cargademan3 <=2) {
104     fator=0.8;}
105 else {
106     if (cargademan3 ==3) {
107         fator=0.74;}
108...

```

Fonte: o autor

A demanda de aparelhos resistivos tem método de cálculo similar ao dos aparelhos de iluminação e tomadas. A diferença é que o fator de redução que deve ser aplicado está em função do número de aparelhos e não do somatório da potência dos mesmos. Por isso foi criada uma variável (“fator1” na linha 198 do *script* da Figura 37) que recebe valor da soma do número de aparelhos instalados. Essa variável é usada em uma condição (*if-else*) implementada para definir o fator de demanda de aparelhos resistivos, conforme o RIC-BT (Figura 36 (b)).

A demanda para aparelhos condicionadores de ar foi realizada considerando-se que não haverá potência maior de 10 kVA, pois para atingir esta potência, são necessários mais de seis aparelhos de 10.000 BTUs. Assim as cargas referentes a estes tipos de aparelhos terão fator de demanda de 100%.

A seção 3 ainda apresenta o valor, em Reais, que o usuário paga pelo uso dos aparelhos e seus respectivos tempos de uso definidos na seção 2. Esse valor de consumo médio por mês é calculado pela multiplicação do valor do kWh (informado pelo usuário na seção 1) pela carga de uso real calculada com e eq. (6) e também

apresentada na seção 3 para o usuário. Salienta-se que o valor é apenas de consumo, não considerando nenhum acréscimo de qualquer natureza.

Script “CalcularCargaMedia”

Este *script* foi elaborado para permitir ao usuário preencher três campos com os valores de kWh consumidos nos últimos três meses, na seção 4 do aplicativo. O resultado deste *script* será a média de consumo de eletricidade em kWh e a média do valor (em Reais) das três contas. A média do valor da conta será feita considerando o valor do kWh preenchido na seção 1.

Os valores resultantes desta seção 4 serão utilizados para calcular as características de uma TEPP e apresentá-las na seção 5.

Script “calcular1”

O *script* denominado “calcular1” foi escrito para calcular a área varrida pelas pás e o diâmetro de uma TEPP que supre 100% da carga de uso real, vinda da seção 2 (apresentada na seção 3) ou vinda da seção 4.

Antes de elaborar a equação para calcular as características da TEPP, é necessário analisar a equação que prevê a potência disponível no vento para uma turbina eólica de eixo horizontal:

$$P_{dis} = \frac{1}{2} \rho A v^3 \left(\frac{16}{27} \right) \quad (9)$$

Na eq. (9), ρ é a densidade do ar e A a área da seção transversal onde percorre um fluxo de ar com velocidade v . A fração constante $16/27$ é o limite de Betz (PIRES, 2010). A potência disponível no vento e apresentada na eq. (9) será igualada à carga de uso real para determinação das características da TEPP. Esta igualdade se faz por uma simplificação pela não implementação de um módulo de distribuição de vento no aplicativo. Ao se igualar a carga de eletricidade do usuário com a potência de uma turbina eólica, define-se que tal turbina suprirá 100% da carga do usuário.

Para determinar a área varrida pelas pás, foi elaborada a equação (10), derivada da equação (9):

$$A = \frac{Cr \frac{1000}{720}}{V_u^3 \frac{1}{2} \rho \frac{16}{27}} \quad (10)$$

Onde Cr é a carga de uso real vinda da seção 2 do aplicativo (onde o usuário informa seus aparelhos consumidores e obtém informações de eletricidade consumida de acordo com o tempo de uso) ou da seção 4 do aplicativo. Essa carga é multiplicada por 1000 para passar de kW para W e dividida por 720 porque o valor da carga vindo da seção 2 ou da seção 4 está em kWh/mês; assim retira-se o tempo de um mês (720 horas). O que sobra nesta parte é a carga em W. Ainda v_u é a velocidade preenchida na Seção 1 do aplicativo ou a velocidade medida na seção 6 ou a média ponderada considerando os dois tipos de velocidade de vento disponíveis e o tempo de medição da seção 6. A velocidade medida será explicada mais adiante.

Parte do *script* gerado para esse cálculo é apresentado na Figura 39.

Figura 39 - Parte do script para cálculo da área e diâmetro

```

15...
16 area_a = (cargareal*1000/720)/((Math.pow(velocidade, 3))*0.5*1.23*0.59);
17 area_b = (ValorCargaMedia*1000/720)/((Math.pow(velocidade, 3))*0.5*1.23*0.59);
18
19 if (ValorCargaMedia==0.0){
20     area = area_a;
21 } else{
22     area = area_b;
23 }
24
25 var tamanho = area.toFixed(2);
26 formulario.tamanho.value = tamanho + '\ m²';
27
28 diam = 2*(Math.sqrt((tamanho)/3.1416));
29 var diametro = diam.toFixed(2);
30 formulario.diametro.value = diametro + '\ m';
31
32 velocidade_vento = velocidade;
33 formulario.velocidade_vento.value = velocidade_vento + '\ m/s';
34...

```

Fonte: o autor

No *script* foram criadas as constantes “área_a” e “área_b”. A primeira constante utiliza a carga de uso real vinda da seção 2 para calcular a área varrida pelas pás. A segunda constante usa o valor da carga média, vinda da seção 4.

Para definir qual das cargas será usada, foi criada novamente uma condição (iniciando na linha 19 da Figura 39), que mostra que se a carga média da seção 4, for igual a zero (não for preenchida), o sistema considerará a carga vinda da seção 2 para apresentar resultados das características da TEPP. Já se a seção 4 for preenchida com qualquer valor diferente de zero, será considerada a carga desta seção e desconsiderada a carga da seção 2.

Além da área, o referido *script* calcula o diâmetro (linha 28 do *script*), implementado a partir da seguinte equação:

$$\phi = 2\sqrt{\frac{A}{\pi}} \quad (11)$$

e envia ao formulário do aplicativo a área varrida pelas pás do rotor, o diâmetro do rotor e a velocidade do vento (linha 33 do *script*, mesma velocidade preenchida na seção 1).

Script “calcular2”

O aplicativo de simulação considera, na seção 6, medição de velocidade de vento. O usuário pode medir a velocidade de vento em sua região e preencher a média da velocidade medida e o tempo de medição, em horas por dia e em dias por mês.

No caso do preenchimento de velocidade e tempo medidos pelo usuário e esse tempo de medição não ultrapassar todo o tempo de um mês, em horas, o sistema irá considerar, no restante do tempo (não medido), a velocidade preenchida na seção 1, ficando a velocidade do vento v_u da equação (10) da seguinte forma:

$$V_u = \frac{V_1 + V_2}{720} \quad (12)$$

neste caso ao considerar

$$V_1 = ThV_{medida} \quad (13)$$

e

$$V_2 = V_{media}(720 - Th) \quad (14)$$

o sistema calculará a média ponderada da V_u . Na equação (13) Th representa o tempo (em horas) de medição de velocidade do vento pelo usuário, ou seja, número de horas medidas multiplicado pelo número de dias medidos (transformado em horas); V_{medida} é a velocidade medida, em m/s e V_{media} da eq. (14) é a velocidade do vento preenchida na Seção 1.

A velocidade V_u , resultado da equação (12), será usada para calcular as dimensões da turbina eólica para suprir toda a demanda do usuário.

A Figura 40 mostra a parte do *script* onde consta essa lógica de processamento considerando as equações 10, 12, 13 e 14. Seguindo essa lógica, foi definida uma variável chamada “valorum”, declarada na linha 17 e uma variável chamada “valordois”, declarada na linha 18.

Figura 40 - *Script* considerando medição de vento

```

15...
16 tempoemhoras = horasmedidas*diasmedidos;
17 var valorum = tempoemhoras*velocidademedida;
18 var valordois = velocidade*(720-tempoemhoras);
19
20 velocidadeusuario = (valorum+valordois)/720;
21
22 area_geradormedido_a = (cargareal*1000/720)/((Math.pow(velocidadeusuario, 3))*0.5*1.23*0.59);
23 area_geradormedido_b = (ValorCargaMedia*1000/720)/((Math.pow(velocidadeusuario, 3))*0.5*1.23*0.59);
24
25 if (ValorCargaMedia==0.0) {
26   area_geradormedido = area_geradormedido_a;
27 }else{
28   area_geradormedido = area_geradormedido_b;
29 }
30
31 var tamanho_geradormedido = area_geradormedido.toFixed(2);
32 formulario.tamanho_geradormedido.value = tamanho_geradormedido + '\ m²';
33
34 diam_geradormedido = 2*(Math.sqrt((tamanho_geradormedido)/3.1416));
35 var diametro_geradormedido = diam_geradormedido.toFixed(2);
36 formulario.diametro_geradormedido.value = diametro_geradormedido + '\ m';
37 ...

```

Fonte: o autor

No *script* apresentado, a variável “valorum” pega o tempo de medição (em horas e por mês) e multiplica pela velocidade medida. Esses dados o usuário

preenche na seção 6. A variável “valordois” considera a velocidade média informada na seção 1 pelo usuário e multiplica pelo tempo restante, ou seja, o tempo em que o usuário não mediu o vento.

A velocidade que será usada no cálculo das características da turbina será a “velocidadeusuario”, definida como uma constante na linha 20 do *script* apresentado na Figura 40. Essa constante soma as variáveis “valorum” e “valordois” e divide pelo número de horas em um mês, conforme a equação (12). Desta maneira retira o item “tempo de medição da velocidade” da equação e o que sobra é apenas “velocidade”, que será usada no cálculo da potência da turbina eólica.

Se o usuário deseja considerar apenas sua medição de vento, poderá informar o valor 0 (zero) no campo de velocidade na seção 1. Se isso for feito, a constante “velocidadeusuario” somará esse zero (variável “valordois”) com a velocidade medida (variável “valorum”). O que sobra da equação da linha 20, neste caso, é a velocidade de vento medida pelo usuário e informada na seção 6.

A condição para considerar a carga vinda da seção 2 ou vinda da seção 4 também foi implementada neste *script*, como no *script* que calcula a área e o diâmetro mostrados na seção 5.

Scripts “calc_diametroate1m” ao “calc_diametromaiorde2mA”

A seção 7 do aplicativo de simulação foi projetada para informar dados a partir de escolhas do usuário. Foram previstas 8 opções de escolha para geração de energia. Cada uma delas retorna com informações sobre porcentagem de energia que deve suprir, valor de investimento, tempo de retorno. As opções de escolha são:

A) Dados informados pelos fabricantes

- Turbina com diâmetro de até 1 metro;
- Turbina com diâmetro entre 1 e 1,5 metro;
- Turbina com diâmetro entre 1,5 e 2 metros;
- Turbina com diâmetro entre 2 e 3 metros;

B) Vento informado pelo usuário (parâmetros ideais)

- Turbina com diâmetro de até 1 metro;
- Turbina com diâmetro entre 1 e 1,5 metro;
- Turbina com diâmetro entre 1,5 e 2 metros;
- Turbina com diâmetro entre 2 e 3 metros;

Segundo fabricantes de turbinas eólicas com diâmetro até 1 metro, a potência gerada com vento nominal de 11m/s é, em média, 50kWh. Esse valor serve apenas para quando o vento atingir a velocidade nominal. Por isso foi criado um fator de aumento e redução de energia gerada para atuar de acordo com a velocidade de vento que o usuário informar. O fator para todas as turbinas do item A é 0,8 (calculado pela média de variação de potência em função da velocidade de vento informada por fabricantes). Assim, quando a velocidade de vento for igual de 5m/s, por exemplo, a energia gerada será considerada 13,1kWh. A Tabela 3 apresenta os valores de potência que serão considerados em relação às velocidades de vento, segundo os dados informados pelos fabricantes de TEPP.

Tabela 3 - Valores de potência em função da velocidade de vento (fabricantes)

Velocidade do vento	Turbina ø até 1m	Turbina ø entre 1m e 1,5m	Turbina ø entre 1,5m e 2m	Turbina ø entre 2m e 3m
	Potência (kWh)	Potência (kWh)	Potência (kWh)	Potência (kWh)
<4	10,5	10,57	17,8	29
<5	13,1	13,21	22,3	73
<6	16,4	16,51	27,8	168
<7	20,5	20,64	34,81	307
<8	25,6	25,8	43,5	482
<9	32	32,3	54,4	621
<10	40	40,3	68	767
<11	50	50,4	85	913
<12	40	63	68	1066
<13	32	50,5	54,4	1205
<14	25,6	40,3	43,5	1358
<15	20,5	32,3	34,81	1497
<16	16,4	25,8	27,8	1460
<17	13,1	20,64	22,3	1351
<18	10,5	16,51	17,8	1205
<19	10,5	13,21	17,8	1022
<20	10,5	10,57	17,8	840

Fonte: Dados da pesquisa

Os valores informados na Tabela 3 foram utilizados no *script* para definir qual valor de potência a suprir de acordo com a velocidade de vento vinda das escolhas do usuário.

As opções de turbinas do item A têm seus parâmetros calculados pelas equações de porcentagem de carga a suprir e retorno financeiro pelo investimento. A porcentagem de carga a suprir é descrita por:

$$P_{cs} = 100 \frac{P_s}{C_r} \quad (15)$$

onde P_{cs} é a porcentagem a suprir pelo aerogerador escolhido, P_s é a potência a suprir pelo aerogerador escolhido (de acordo com a Tabela 3) e C_r é a carga de uso real vinda do usuário. Nota-se que neste cálculo a potência do aerogerador é definida pela velocidade do vento, de acordo com parâmetros definidos pelos fabricantes. Não leva-se em conta a equação simples de definição de potência de aerogeradores.

O retorno financeiro para investimento em uma TEPP escolhida no aplicativo se dará pela equação:

$$R_f = \frac{P_{tb}}{\frac{P_{cs}}{100} P_e} \quad (16)$$

onde R_f é o tempo de retorno financeiro do investimento (em meses), P_{tb} é o preço que se paga pela turbina escolhida, P_{cs} é a porcentagem a suprir pelo aerogerador escolhido e P_e é o valor total da conta de energia paga pelo usuário, informada na seção 4 ou vinda do preenchimento da seção 2 e apresentada na seção 3. A equação 16 considera que o excedente de geração reverta-se totalmente em valor financeiro na integralização do pagamento da turbina durante o tempo em que ela estará em funcionamento.

Sendo assim pode-se ver que neste método, o retorno financeiro está definido com mais precisão em função dos valores apresentados na Tabela 3 (potência relativa à velocidade de vento), que são valores definidos exclusivamente por fabricantes de TEPP, não cabendo aqui fazer menção aos seus critérios adotados.

Os preços de sistemas de geração de energia eólica disponíveis no mercado variam conforme o tempo e conforme cada fabricante. Para esta pesquisa, realizada entre 2012 e 2016, foram pesquisados e encontrados valores de equipamentos com as características similares às relacionadas no aplicativo aqui desenvolvido. Salienta-se que os valores incluem todos os itens necessários ao funcionamento do sistema, tais como aerogerador, sistema de fixação, inversor. Serviços específicos de adequação às particularidades de cada caso de instalação serão desconsiderados, pois a proposta do aplicativo é ser utilizado por qualquer pessoa, e

cada domicílio pode ter suas características mais ou menos apropriadas para receber um sistema de geração de eletricidade. Para o caso do sistema aqui implementado, os conjuntos de acumuladores (baterias) foram desconsiderados porque pretende-se informar sobre sistemas conectados na rede (*grid-tie*). As médias de preço, que estão em função do diâmetro do rotor da turbina, são apresentadas a seguir:

- Turbina com diâmetro de até 1 metro: R\$ 7.319,00;
- Turbina com diâmetro entre 1 e 1,5 metro: R\$ 10.000,00;
- Turbina com diâmetro entre 1,5 e 2 metros: R\$ 12.500,00;
- Turbina com diâmetro entre 2 e 3 metros: R\$ 20.000,00;

Entretanto, foi elaborado o item B de escolhas de turbinas pelo usuário para realizar simulações com base de precisão orientada à velocidade de vento, seguindo os critérios de potência para TEPP encontrados na literatura e apresentados na fundamentação teórica desta pesquisa, deixando de considerar potências informadas por fabricantes. Esta potência passa a ser considerada a partir da equação (9).

As características das turbinas do item B são as mesmas do item A. O que difere nas informações apresentadas ao usuário é o método de cálculo, que causará respostas diferentes para cada tipo de TEPP escolhida.

Neste segundo método de cálculo, a porcentagem a suprir deixa de ser calculada pela eq. (15) e passa a ser calculada da seguinte maneira:

$$P_{vu} = Xv^3 \quad (17)$$

onde P_{vu} é a potência considerando vento do usuário (seção 1 e/ou seção 6), v é a velocidade de vento e X é o resultado da equação (9) sem o v (X terá um valor constante para cada diâmetro de rotor considerado para escolhas de usuário no item B da seção 7 do aplicativo).

O restante do processo de cálculo é o mesmo que foi considerado no item A. O *script* elaborado para o funcionamento desta parte, para uma TEPP com rotor de 1m de diâmetro, está na Figura 41.

Figura 41 - *Script* para cálculos turbina 1m diâmetro (método B)

```

1.   tempoemhoras = horasmedidas*diasmedidos;
2.   var valorum = tempoemhoras*velocidademedida;
3.   var valordois = velocidade*(720-tempoemhoras);
4.   velocidadeusuario = (valorum+valordois)/720;
5.   if (velocidademedida==0.0){
6.     vento1 = velocidade;
7.   } else{
8.     vento1 = velocidadeusuario;
9.   }
10.  var carga_vento_usuario = 0.285*(Math.pow(vento1, 3));
11.  porcent1 = carga_vento_usuario/(cargareal)* 100;
12.  porcent2 = carga_vento_usuario/(ValorCargaMedia)*100;
13.  if (ValorCargaMedia==0.0){
14.    porcentagem = porcent1;
15.  } else{
16.    porcentagem = porcent2;
17.  }
18.  var percentual_suprirA = porcentagem.toFixed(0);
19.  formulario.percentual_suprirA.value = percentual_suprirA;
20.  formulario.valorturbinaate1mA.value = '7.319,00';
21.  var preçomedio = formulario.preçomedio.value;
22.  var preço = formulario.preço.value;
23.  retorno1 = 7319/(((percentual_suprirA/100)*preço);
24.  retorno2 = 7319/(((percentual_suprirA/100)*preçomedio);
25.  if (preçomedio==0.0) {
26.    retorno = retorno1;
27.  } else{
28.    retorno = retorno2;
29.  }
30.  var temporetornomesesA = retorno.toFixed(0);
31.  formulario.temporetornomesesA.value = temporetornomesesA;
32.  tempoanos = temporetornomesesA/12;
33.  var temporetornoanosA = tempoanos.toFixed(0);
34.  formulario.temporetornoanosA.value = temporetornoanosA;
35.  if (percentual_suprirA<=99) {formulario.textobomA.value = '';}
36.  else {formulario.textobomA.value = 'Após esse prazo, você não pagará mais consumo de luz!;}

```

Fonte: o autor

Para as outras 3 opções de turbinas, o que difere é o valor de x . Este valor para cada tipo de turbina é:

- Turbina com diâmetro de até 1 metro = 0,285;
- Turbina com diâmetro entre 1 e 1,5 metro = 0,482;
- Turbina com diâmetro entre 1,5 e 2 metros = 0,923;
- Turbina com diâmetro entre 2 e 3 metros = 1,78;

O *script* da Figura 41 apresenta também, iniciando na linha 35, a possibilidade de mostrar ao usuário um texto que indique que sua carga foi totalmente suprida. Assim, foi criada uma condição em que quando o preço da TEPP escolhida pelo

usuário for totalmente pago pelo montante de energia gerada ao longo do tempo, aparecerá o seguinte texto ao usuário: “Após esse prazo, você não pagará mais consumo de luz”.

Scripts “co2_1” e “co2_2”

Os resultados das escolhas do usuário no aplicativo de simulação o conduzem até a seção 7, que mostra informações já explicadas até aqui. Além dessas informações, o aplicativo deverá apresentar uma informação adicional relativa às emissões de CO₂ na atmosfera.

Como visto na fundamentação teórica desta pesquisa, a produção de energia elétrica no Brasil gerava em média, em 2015, 0,124kg de CO_{2e} (dióxido de carbono equivalente) por cada kWh convertido. Este número é considerado o fator de emissão para geração de eletricidade no Brasil, no intervalo de tempo especificado.

Esta medição é feita pelo Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação do Brasil (MCTI) considerando um ano. Por isso é utilizado o fator do ano anterior medido.

Nesta pesquisa foi utilizado o fator 0,124 nos cálculos de emissão que o usuário deixa de realizar quando escolhe alguma das opções de turbina na seção 7 do aplicativo. Neste caso, basta multiplicar a carga de uso real do usuário pelo fator de emissão. O resultado será, em kg/mês, a quantidade de CO_{2e} que o usuário deixa de emitir na atmosfera pelo uso da TEPP escolhida.

3.2.3.3. Seções do aplicativo de simulação

Após estabelecer o funcionamento dos cálculos necessários para retornar dados a partir de escolhas feitas pelos usuários do sistema, foram implementadas as seções do aplicativo de simulação. O aplicativo foi elaborado em um único formulário, ou seja, um único arquivo tipo HTML, com características gráficas definidas e implementadas em CSS no próprio arquivo HTML e também com ajuda do Bootstrap (LayoutIt), já mencionados em 3.3.3.1.

A seguir será apresentada cada uma das sete seções, incluindo a interface do aplicativo de simulação proposto. Para uma visualização completa de todas as páginas do sistema desenvolvido, ver anexo B desta tese.

O usuário inicia uma simulação com o preenchimento de dados gerais na seção 1 (Figura 42).

Figura 42 – Seção 1 do aplicativo de simulação

Sistema de Informações para Geração de Energia Eólica

Página inicial Página anterior Guia do usuário Dê sua opinião

Simulação de Sistema de Geração

Preencha com seus dados e saiba como gerar sua energia com uma turbina eólica

1. Dados gerais

Preço kWh* Velocidade média vento** Conversor de km/h para m/s

R\$? m/s km/h = 0.00 m/s

*Os valores resultantes das simulações não consideram incidência de impostos nem taxas de qualquer natureza, apenas o valor do kWh informado pelo usuário.

**Velocidade média no sul do Brasil de 5.5m/s a 6.5m/s de acordo com o [Atlas Eólico Brasileiro](#)

Previsão de vento

Matupá Airport
10.17°S 54.95°O 275m
s.n.m.

Qui	Sex	Sáb	Dom
16/3	17/3	18/3	19/3
2 m/s	2 m/s	1 m/s	2 m/s

meteoblue

Fonte: o autor

Ainda na seção 1 foi desenvolvido um conversor de velocidade de vento, de quilômetros por hora (km/h) para metros por segundo (m/s), já que as equações do aplicativo estão escritas para receber valores de velocidade de vento em m/s. Foi inserida também uma janela de um aplicativo externo (Meteoblue – aplicativo de previsão climática) para mostrar a previsão de vento no local do uso do aplicativo. Essa janela mostra o nome da cidade onde o usuário está, a altitude em relação ao nível do mar, o dia da semana e a previsão da velocidade de vento, em metros por segundo, do local. O aplicativo Meteoblue disponibiliza de maneira gratuita este tipo de informação para ser inserida em páginas de internet, apenas solicitando que seja citado seu nome. Por isso consta a palavra meteoblue como um *link* abaixo da janela descrita.

A seção 2 do aplicativo apresenta entrada e saída de dados. Para a entrada de dados, foram produzidos campos de escolha de aparelhos consumidores e tempo de uso para cada um. A lista de aparelhos (incluindo suas respectivas cargas elétricas) foi feita com base no RIC-BT, elaborado pelas concessionárias de energia elétrica CEEE-D, AES Sul e RGE, todas atuantes no sul do Brasil. A saída de dados está na forma de gráficos do tipo barra e porcentagem de consumo de cada aparelho. Após preencher os campos desta seção, o usuário deverá clicar em Calcular e posteriormente em Gráfico para passar a obter tais informações.

Os aparelhos considerados na seção 2 podem não representar a realidade de todos os usuários do sistema, por isso essa parte do aplicativo de simulação tende a ser editada conforme muda a tendência de aquisição de aparelhos para consumidores médios no Brasil. Além disso, foi inserido um campo onde o usuário pode atribuir um valor de potência (em W) e o tempo de uso para aparelhos não constantes na lista.

A seção 3 fornece informações resultantes das características de consumo preenchidas nas seções anteriores. De posse dos dados da seção 1 e da seção 2, o usuário deverá clicar em calcular (ainda na seção 2) para o aplicativo mostrar, na seção 3, a carga instalada (soma das cargas dos aparelhos escolhidos), a carga de demanda (esta carga serve para cálculos de tubulação e fiação elétrica da edificação onde os aparelhos serão utilizados), informar a carga de uso real e o valor mensal que se paga de eletricidade pelo uso informado. O sistema não considera impostos e outros valores que podem estar presentes na conta de luz, sendo o cálculo feito pelo valor do kWh informado pelo usuário na seção 1.

Após clicar em Calcular, o usuário poderá clicar também no botão Gráfico para gerar gráficos tipo barra e obter informações sobre seu consumo. As informações gráficas auxiliam a leitura visual da seção 2, por isso os gráficos aparecem com cores distintas, porém com uma lógica estabelecida e conhecida, descritas em 3.3.3.2.

Os gráficos aparecerão em vermelho quando o consumo daquele aparelho (carga do aparelho multiplicada pelo tempo de uso) ultrapassar 15% do consumo total. Já se aparecer em amarelo, significa que o consumo está entre 11% e 15%. Se o gráfico for verde, o consumo está igual ou menor do que 10% do total consumido. O botão gráfico deve ser acionado sempre após o botão calcular. O usuário poderá modificar os dados de qualquer campo e clicar em calcular para refazer os cálculos. Para refazer os gráficos atualizados de acordo com os valores recalculados, basta clicar em gráfico de novo.

A percepção de consumo, na experiência do usuário, ainda pode ser complementada com valores de porcentagens de consumo que são apresentados no clique do mesmo botão gráfico.

A Figura 43 mostra uma simulação realizada, onde aparecem os gráficos de consumo, a porcentagem de cada aparelho escolhido, já considerando o tempo de uso informado na seção 2 e os resultados numéricos na seção 3.

Figura 43 – Resultados de simulação



Fonte: o autor

O usuário poderá também optar por preencher a carga consumida nos últimos três meses, na seção 4, de acordo com sua conta de consumo de energia elétrica, fornecida pela concessionária. Ao fornecer tais informações, o aplicativo então responderá com o valor da carga média, em kWh do consumo dos últimos três meses e o valor médio da conta de consumo, considerando a quantidade de kWh por valor de kWh cobrado pela concessionária. No valor apresentado (em Reais) não constam acréscimos de nenhuma espécie (taxas, impostos e etc.).

Após o preenchimento dos dados das seções 1, 2 e/ou 4, o aplicativo fornece, na seção 5, as dimensões de uma turbina eólica de pequeno porte que terá de ser instalada para suprir 100% do consumo de eletricidade (Figura 44).

Figura 44 - Dados da conta de luz e simulação da turbina eólica

4. Dados da Conta de Luz

Preencha **SOMENTE** se não preencher os dados de seus aparelhos

Preencha os campos com os 3 últimos valores de carga consumida, disponíveis em sua conta de luz.

Carga Consumida #1	Carga Consumida #2	Carga Consumida #3
<input type="text"/> kWh	<input type="text"/> kWh	<input type="text"/> kWh
<input type="button" value="Calcular média"/>		
Carga Média (kWh)	0.0	Valor médio da conta R\$
		0.0

5. Simulação da Turbina Eólica

*Este cálculo considera a velocidade média do vento informada e a carga de uso real ou a carga média da conta de luz. Uma turbina eólica com as dimensões apresentadas abaixo servirá para suprir, durante um mês, a carga real consumida ou a carga média. Para maiores informações consulte o [Guia do Usuário](#).

Área varrida pelas pás:

Diâmetro do rotor:

Velocidade média vento:



Se você pode medir o vento em um determinado tempo, considere preencher os dados a seguir para realizar uma simulação mais real

Fonte: o autor

As dimensões informadas são a área varrida pelas pás (área do círculo imaginário formado pelo movimento de rotação das pás do rotor), o diâmetro do rotor (diâmetro do mesmo círculo imaginário, ou seja, aproximadamente duas vezes o comprimento da pá) e a velocidade média do vento que foi considerada para os cálculos. Essa velocidade é a mesma que o usuário preencheu na seção 1 do aplicativo.

A velocidade do vento é um dado importante para previsão de conversão de energia com aerogeradores, por esse motivo foi desenvolvido no aplicativo uma seção onde o usuário pode realizar medição de velocidade do vento no local onde pretende instalar sua turbina (Figura 45). Se fizer isso, o mesmo poderá preencher os campos da seção 6 com seus dados e simular novamente.

Figura 45 - Formulário de dados medição de vento

6. Simulação da Turbina Eólica considerando medição de vento

Dados da medição ?

Velocidade vento m/s

Tempo em horas por dia h

Número de dias medidos (em 1 mês) dias



Área varrida pelas pás:

Diâmetro do rotor:

*Este cálculo considera os dados de sua medição e a velocidade média do vento informada no início (inicialmente para os 30 dias do mês, 24 horas por dia). Os dados da medição que você realizou e preencheu aqui foram considerados da seguinte maneira:
A velocidade que você mediu foi incorporada na velocidade média informada no início. Se você preencheu a velocidade média do vento 4m/s e mediu, durante 15 dias, durante 24 horas por dia, uma média de 8m/s, então a velocidade considerada no cálculo será 6m/s (a média entre 4m/s [15 dias] e 8m/s [15 dias]). Porém se você mediu durante apenas 1 dia (24 horas) no mês, a velocidade considerada será: 4m/s durante 29 dias e a sua medição durante 1 dia.
**Se você quiser simular considerando apenas suas medições de vento, preencha os dados de sua medição e atribua 0 (ZERO) no campo de velocidade média de vento, localizado no [início do formulário](#)

Fonte: o autor

Os resultados que aparecerão na seção 6 irão considerar a velocidade de vento preenchida na seção 1 e/ou na seção 6. O *script* “calcular2”, descrito anteriormente, foi implementado considerando uma média ponderada para velocidade de vento que será utilizada para calcular as dimensões do rotor da TEPP desta seção 6.

As simulações feitas até a seção 6 retornam com dimensões para uma turbina nominal que supriria toda demanda do usuário. Porém existem turbinas com dimensões e características próprias no mercado, e esse tipo de equipamento foi considerado na seção 7 do aplicativo. Nesta parte (apresentada na Figura 46) o usuário poderá optar por uma turbina existente com dimensões estabelecidas e saber o quanto essa turbina lhe fornecerá de energia, ou seja, qual porcentagem irá suprir, qual o investimento necessário, informações sobre o retorno financeiro do investimento e informações sobre emissões de CO₂e evitadas pelo usuário.

Figura 46 - Resultados de turbinas eólicas

7. Turbinas eólicas disponíveis no mercado

Escolha uma turbina de acordo com o diâmetro e saiba qual será seu retorno financeiro*

A) Todos os dados informados pelos fabricantes

 <p>Diâmetro Rotor</p> <ul style="list-style-type: none"> Diâmetro até 1m Diâmetro entre 1m e 1,50m Diâmetro entre 1,50m e 2m Diâmetro entre 2m e 3m (1kW) 	<div style="text-align: right; font-size: 2em; color: red; border: 1px solid red; border-radius: 50%; width: 30px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 0 auto;">CO₂</div> <p>Você terá uma turbina eólica com aproximadamente 2,5 m de diâmetro e suprirá 84 % de seu consumo mensal. O valor médio de mercado desse aparelho está na faixa de R\$ 20.000,00. Investindo esse valor, seu retorno financeiro se dará em 100 meses, (8 anos).</p>
---	--

B) Vento informado pelo usuário - parâmetros ideais (VALORES APROXIMADOS)

 <p>Diâmetro Rotor</p> <ul style="list-style-type: none"> Diâmetro até 1m Diâmetro entre 1m e 1,50m Diâmetro entre 1,50m e 2m Diâmetro entre 2m e 3m (1kW) 	<div style="text-align: right; font-size: 2em; color: red; border: 1px solid red; border-radius: 50%; width: 30px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 0 auto;">CO₂</div> <p>Você terá uma turbina eólica com aproximadamente 2,5 m de diâmetro e suprirá 105 % de seu consumo mensal. O valor médio de mercado desse aparelho está na faixa de R\$ 20.000,00. Investindo esse valor, seu retorno financeiro se dará em 80 meses, (7 anos).</p> <p style="color: green; font-weight: bold;">Após esse prazo, você não pagará mais consumo de luz!</p>
---	--

Fonte: o autor

O principal indicador que diferencia uma turbina de outra, adotado nesta pesquisa, é o diâmetro do rotor. O diâmetro do rotor (duas vezes o comprimento da pá) é determinante para a quantidade de energia que o gerador será capaz de converter. Por isso, foram definidas quatro opções de tamanho de turbina para que sejam simuladas. As simulações desta seção informam situações de turbinas reais. As simulações anteriores, nas seções 5 e 6 foram definidas para informar as dimensões de turbinas para suprir 100% da carga informada pelo usuário, tanto pela média da conta de luz (seção 4) quanto nos dados da instalação elétrica (seção 2).

As simulações desta seção 7 foram divididas em Parte A e Parte B. Na parte A, as opções de simulação consideram dados de fabricantes e são:

- Diâmetro até 1m: Esta opção irá simular cruzando os dados informados pelo usuário com os dados de uma turbina genérica com diâmetro do rotor até um metro. Estas turbinas geralmente não são indicadas para conexão na rede elétrica de concessionárias de energia. As características dessa turbina definem a conversão de 50kWh/mês para vento nominal (11m/s), ou seja, em seu funcionamento considerado ideal ela apresentará este rendimento. Nesta simulação foi considerado um fator de 0.8 kWh para cada metro por segundo

(velocidade de vento) diferente de 11, para cima e para baixo, a partir de 3m/s chegando ao limite de 20m/s.

- Diâmetro entre 1m e 1,50m: Esta opção irá simular cruzando os dados informados pelo usuário com os dados de uma turbina genérica com diâmetro do rotor entre um metro e um metro e meio. Algumas destas turbinas podem ser indicadas para conexão na rede elétrica de concessionárias de energia, dependendo das especificações do fabricante. As características dessa turbina definem a conversão de 63kWh/mês para vento nominal (12m/s), ou seja, em seu funcionamento considerado ideal ela apresentará este rendimento. Nesta simulação foi considerado um fator de 0.8 kWh para cada metro por segundo (velocidade de vento) diferente de 12, para cima e para baixo, a partir de 3m/s chegando ao limite de 20m/s.
- Diâmetro entre 1,5m e 2m: Esta opção irá simular cruzando os dados informados pelo usuário com os dados de uma turbina genérica com diâmetro do rotor entre um metro e meio e dois metros. Algumas destas turbinas podem ser indicadas para conexão na rede elétrica de concessionárias de energia, dependendo das especificações do fabricante. As características dessa turbina definem a conversão de 85kWh/mês para vento nominal (12m/s), ou seja, em seu funcionamento considerado ideal ela apresentará este rendimento. Nesta simulação foi considerado um fator de 0.8 kWh para cada metro por segundo (velocidade de vento) diferente de 12, para cima e para baixo, a partir de 3m/s chegando ao limite de 20m/s.
- Diâmetro entre 2m e 3m: Esta opção irá simular cruzando os dados informados pelo usuário com os dados de uma turbina genérica com diâmetro do rotor entre dois e três metros. Muitas destas turbinas podem ser indicadas para conexão na rede elétrica de concessionárias de energia, dependendo das especificações do fabricante. As características dessa turbina definem a conversão de 1.497kWh/mês para vento nominal (16m/s), ou seja, em seu funcionamento considerado ideal ela apresentará este rendimento. Nesta simulação foi considerado um fator de 0.8 kWh para cada metro por segundo (velocidade de vento) diferente de 16, para cima e para baixo, a partir de 3m/s chegando ao limite de 20m/s.

Na parte B, as opções de tamanho de rotor são as mesmas e o que difere é o método de cálculo. Nesta parte, foram aplicadas equações que consideram

situações ideais de conversão de energia, não sendo levados em conta dados de fabricantes de turbinas eólicas, conforme descrito em 3.2.3.2.

A seção 7 ainda fornece uma informação importante no contexto da relação amigável entre energia limpa e meio ambiente. Essa informação refere-se à emissão de CO₂e na atmosfera.

A produção de eletricidade por meios tradicionais como combustão de carvão, por exemplo, ocasiona poluição atmosférica na forma de emissão de gás CO₂e, causador do efeito estufa.

Ao utilizar geração própria de energia elétrica, o usuário evita de emitir gases nocivos à atmosfera.

Esta informação é apresentada ao usuário no formato de janela *popup* (tipo de alerta em que uma janela aparece na tela informando algo e mantendo a opção de fechar), de maneira que a interação poderá voltar a ser feita no aplicativo somente após o usuário fechar essa janela. Esse é um processo impositivo, porém com objetivo de apresentar mais uma informação relevante ao usuário.

A experiência do usuário no aplicativo de simulação finaliza ao lhe apresentar os dados das turbinas comerciais e os dados sobre emissões de CO₂e. Toda a rotina do aplicativo foi desenvolvida para funcionar em tempo real, com respostas *online*. Este método foi adotado para atingir o maior número possível de usuários do sistema.

3.2.3.4. Guia do usuário do aplicativo de simulação

O aplicativo de simulação tem caráter geral por estar todo exposto em um único formulário. Seu uso é sequencial, por isso foi elaborado com divisão em seções numeradas. Além disso, o aplicativo foi projetado para ter uso intuitivo e facilitado. Mesmo assim, foi criado um Guia do Usuário, Figura 47, onde é possível obter informações desde como iniciar uma simulação até a explicação dos resultados obtidos ao final da experiência do usuário com o aplicativo.

Figura 47 - Guia do usuário



SIEólica

Sistema de Informações para Geração de Energia Eólica

Guia do usuário - Aprenda a usar o APP SIEólica

O aplicativo está dividido em 7 seções. Veja aqui o que representa cada uma delas.

Visão Geral e Primeiros Passos

Seção 1. Dados gerais

Seção 2. Dados da instalação elétrica

Seção 3. Resultados de cargas, consumo e valor

Seção 4. Dados da conta de luz

Seção 5. Simulação da turbina eólica

Seção 6. Simulação da turbina eólica considerando medição de vento

Seção 7. Turbinas eólicas disponíveis no mercado

[Imprimir este guia](#)

Visão Geral e Primeiros Passos

Seja bem vindo ao Guia do usuário do Aplicativo de Simulação SIEólica, desenvolvido inteiramente através de uma pesquisa acadêmica na Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS.

Fonte: o autor

O guia do usuário foi desenvolvido em um único formulário e está dividido em nove partes. Cada uma das partes tem seu título como um *link* e um atributo ID para remeter ao texto correspondente (no mesmo formulário). Chega-se ao guia do usuário do SIEólica através de um botão inserido no início do aplicativo de simulação.

O conteúdo da parte do primeiro título “Visão Geral e Primeiros Passos” serve para dar boas-vindas ao usuário e situá-lo no contexto do uso do aplicativo.

A seguir foram dispostos sequencialmente todas as 7 seções do aplicativo, sendo explicado cada campo de preenchimento, suas implicações nos resultados, exemplos de preenchimento e um pouco dos métodos de cálculos elaborados para obter tais resultados apresentados no aplicativo.

O último título “imprimir este guia” foi implementado para atender aqueles usuários que preferem ler o guia em formato impresso, sendo o título um *link* que aciona a ferramenta “imprimir” do navegador do usuário.

O aplicativo de simulação, com suas 7 seções, o guia do usuário, assim como todo o restante do sistema aqui descrito, teve seu leiaute desenvolvido para apresentar características adequadas a um aplicativo *web-based*. Por isso foram

levadas em conta algumas recomendações sobre usabilidade elencadas na fundamentação teórica.

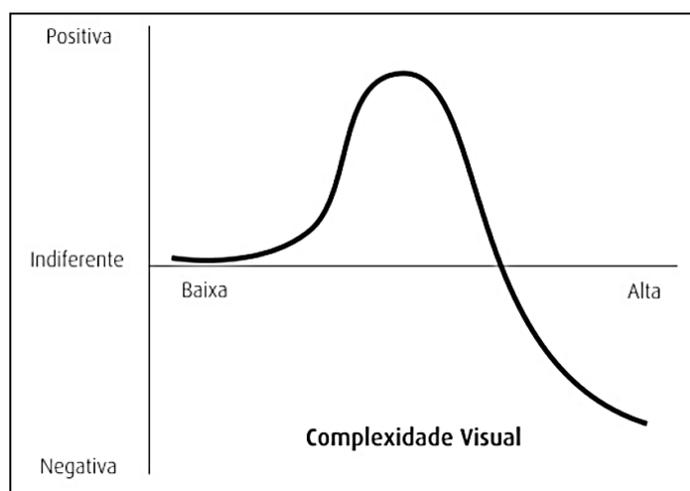
3.2.4. Leiaute web

Pretende-se nesta pesquisa que a experiência do usuário seja fácil, agradável e intuitiva. Segundo Pressman (2006), a estética possui grande influência no sucesso de uma aplicação *web*. Nesse sentido, a página inicial do aplicativo foi projetada com características que transmitem simplicidade e, ao mesmo tempo, legibilidade de todas as informações disponíveis. Segundo Baxter (2011), a percepção humana é amplamente dominada pela visão; o sentido visual predomina diante dos outros sentidos.

O leiaute do aplicativo foi projetado com referências da *Gestalt*, que compreende um conjunto de regras para se obter percepção visual aprimorada. Leis da *Gestalt* foram formuladas por um grupo de psicólogos alemães nas décadas de 1920 a 1940 (BAXTER, 2011). Este conjunto de leis de percepção visual é largamente utilizado em leiautes de revistas, páginas de internet e outras formas de apresentação de material gráfico.

Segundo o modelo de “Berlyne”, citado por Baxter (2011), existe um ponto ótimo de complexidade onde a atratividade visual será maximizada. Excesso de complexidade no leiaute pode tornar negativa a atratividade visual, conforme Figura 48.

Figura 48 - Modelo de complexidade visual de “Berlyne”



Fonte: Adaptado de Baxter (2011)

Todas as páginas, assim como a página inicial, foram desenvolvidas com o *software* livre Notepad++ (versão 6.8.8, 2015), escritas todas em HTML, CSS e JS.

O aplicativo desenvolvido nesta pesquisa é parte de um sistema de informação no formato de página de internet. A página inicial (Figura 49) tem um botão de “entrar”, que funciona como um *link* para a segunda página do sistema de informação e um botão de simulação, que é um *link* para a página do aplicativo de simulação.

Figura 49 - Pagina inicial do sistema



Fonte: o autor

Na segunda página o usuário irá se deparar com uma série de opções de informação. O objetivo da segunda página é induzir o usuário a buscar conhecimento sobre energia eólica.

O leiaute da segunda página (Figura 50) foi dividido em quatro partes, duas das quais são padrão para todas as páginas do sistema: barra superior e inferior (com a cor predominante preto). A barra superior apresenta o logotipo e o nome do sistema e a barra inferior, mais estreita, mostra o nome do sistema, o nome do autor da pesquisa e informações do tipo de pesquisa, instituição onde foi realizada e o ano. A

barra lateral tem aspecto “flutuante” e apresenta um tipo de interação (vídeo) e imagens relacionadas ao sistema. A parte dita central foi projetada para ter formato próximo de um quadrado formado a partir de elementos não regulares como textos, círculos, linhas e retângulos. Esta parte apresenta diversos *links* para acesso a informação sobre energia eólica.

Figura 50 - Segunda página do sistema

Sistema de Informações para Geração de Energia Eólica

[Voltar](#)

Monte sua simulação de geração de energia através de uma fonte renovável.

Aqui você pode simular um projeto para geração de energia através de Turbina Eólica de Pequeno Porte. Não se trata do projeto do equipamento, mas sim do sistema. Você preenche alguns parâmetros e o aplicativo lhe informa diversos dados, inclusive sobre retorno financeiro do possível investimento na turbina.

REALIZAR SIMULAÇÃO

Passos para geração de energia eólica
(conteúdo com direitos autorais reservados aos autores da pesquisa)

Projeto → Aquisição equipamento → Instalação → Geração energia → Economia

Saiba mais sobre:
(conteúdo com direitos autorais reservados aos autores da pesquisa)

Redes Elétricas Inteligentes Zero Energy Building Certificação Histórico Energia Eólica

Veja um protótipo funcionando!

Protótipo

Já disponível SIEólica-M na loja Google Play (gratis)

SIEólica - Julio Pires - Doutorado UFRGS 2016

Fonte: o autor

A disposição dos elementos desta página foi projetada para contemplar boa atratividade, por isso a parte central apresenta leitura visual por similaridade. Segundo Baxter (2011), na regra de similaridade objetos ou figuras que tenham forma ou aspecto semelhante tendem a ser vistos como um padrão.

Um dos objetivos para a segunda página é a multiplicidade de elementos de interação, portanto é nessa página que se encontram todos os elementos descritos, inclusive o vídeo.

O vídeo foi inserido a partir de uma janela do aplicativo *YouTube* (www.youtube.com), onde aparece um protótipo do rotor de uma turbina eólica de pequeno porte de eixo horizontal em funcionamento e apresenta um *teaser* de uma versão do aplicativo de simulação para *smartphone* e *tablet*.

O protótipo que aparece no vídeo também aparece na página “Projeto de uma TEPP” do sistema. Este protótipo foi desenvolvido com objetivo de testar aspectos formais e apesar de ser constituído de um tipo de papel (cartão), o mesmo contém algumas funcionalidades que puderam ser verificadas. É apresentada uma sequência de imagens mostrando a montagem do protótipo.

A montagem consistiu em imprimir em escala as partes do projeto da turbina. A impressão em papel sulfite foi fixada no papel cartão. Este papel cartão foi cortado com estilete com os mesmos formatos das impressões do projeto. Após o corte, algumas partes foram dobradas e coladas com adesivo instantâneo.

Algumas partes como a base do gerador elétrico e a haste de ligação do leme foram fixadas com parafusos e cantoneiras metálicas. Um eixo metálico foi encaixado em mancais que foram fixados com parafusos no suporte do gerador. O rotor foi encaixado no eixo e as pás foram, posteriormente, fixadas ao suporte das pás com parafusos também.

A Figura 51 mostra alguns passos da montagem.

Figura 51 - Montagem protótipo funcional



Fonte: o autor

Neste protótipo foram produzidas pás com o mesmo papel cartão, logo seu formato não pôde ter características aerodinâmicas essenciais para funcionamento adequado.

Uma página de informações sobre projeto de TEPP foi elaborada, onde constam duas plantas esquemáticas, a montagem do protótipo, assim como algumas imagens e o vídeo deste modelo pronto. Esta página pode ser acessada a partir da segunda página do sistema.

As demais páginas do sistema têm relativa importância para o todo e são apresentadas no anexo B desta tese.

As figuras, fotografias, ícones, signos e outros elementos gráficos contidos no sistema proposto foram elaborados de maneira original ou obtidos pelo autor da tese a partir de um acervo próprio.

3.2.5. Tratamento de imagens

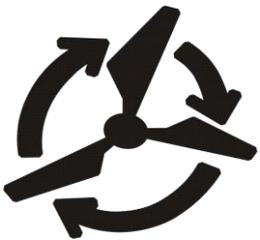
O sistema de informação desenvolvido nesta pesquisa da área de design apresenta diversos gráficos elaborados para diversos objetivos. A principal característica que guiou a produção da parte de gráficos do sistema é a clareza. O objetivo foi elaborar páginas intuitivas e de entendimento imediato, evitando assim desistência de usuários.

A partir deste objetivo, foi desenvolvida a identidade visual do sistema através de um logotipo que identifica tanto o sistema como um todo quanto o aplicativo de simulação (*web-based* e *APP mobile*).

As opções foram executadas exclusivamente para o produto desenvolvido nesta pesquisa. O símbolo que aparece em quase todas as alternativas foi projetado para remeter à imagem de um rotor de aerogerador, com as três pás e setas indicando o sentido da rotação.

O Quadro 10 mostra opções geradas para logotipos.

Quadro 10 - Opções de logotipo

Opções para página (<i>web-based</i>)		Opções para <i>APP mobile</i>	
			
			
			

Fonte: O autor

3.2.6. Universalidade

O aplicativo de simulação foi projetado com uma versão no idioma inglês, com objetivo de atingir público que tem este idioma nativo ou familiariza-se com o inglês. O Guia do usuário também conta com uma versão em inglês para a mesma finalidade.

3.2.7. Registro de *software*

O produto desenvolvido nesta pesquisa, como mencionado anteriormente, é um sistema de informação, baseado na *web*, no formato de página de internet, que funciona a partir de um servidor da UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul). O sistema conta com um aplicativo de simulação, que é um aplicativo funcional, desenvolvido para gerar benefícios através de informações oferecidas.

O aplicativo de simulação é um *software* e, como tal, pode obter registro junto a órgãos estabelecidos para isso. Por esse motivo e para proteger os interesses estritamente acadêmicos do processo de desenvolvimento do produto proposto, foi promovido o registro do aplicativo de simulação junto ao INPI (Instituto Nacional da Propriedade Industrial) do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços do Brasil. O registro foi feito através do SEDETEC (Secretaria do Desenvolvimento Tecnológico) da UFRGS.

Além do aplicativo *web-based*, o aplicativo SIEolica-M também foi registrado nos mesmos moldes e também através do SEDETEC/UFRGS, gerando dois registros no âmbito desta pesquisa acadêmica. Os certificados de registro de SIEolica e SIEolica-M encontram-se no anexo C desta tese.

3.2.8. Aplicativo APP mobile

O sistema de informação SIEolica conta com um aplicativo de simulação, homônimo, que funciona *online* em formato de página de internet. Sabe-se que atualmente dispositivos móveis, principalmente *smartphones* e *tablets*, são amplamente usados no dia a dia. Existem cada vez mais aplicativos e desenvolvedores criando produtos para esse tipo de plataforma. Consoante a isso, Taivalsaari e Mikkonen (2015) propõem o uso “líquido” de benefícios de aplicações, ou seja, a liberdade e conveniência de usufruir de conteúdos virtuais independentemente da plataforma onde estejam baseados. Porém, apesar de tal liberdade de uso, o número de aparelhos móveis cresce mais do que computadores fixos (*desktop*).

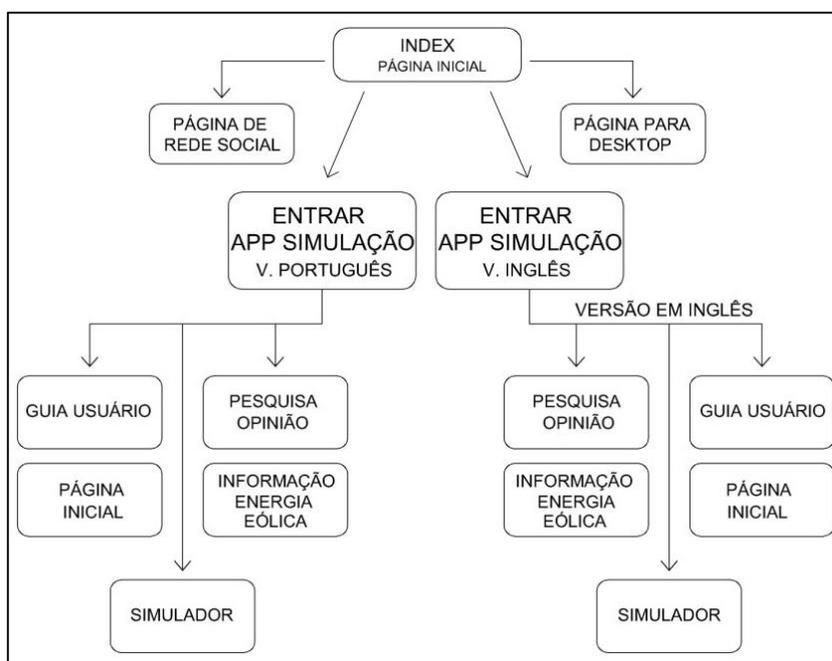
Por esse motivo foi desenvolvido nesta pesquisa o aplicativo SIEolica-M (Sistema de Informações para Geração de Energia Eólica – Mobile) que consiste no aplicativo de simulação do sistema já descrito (*web-based*), com a diferença de funcionar *offline* e de poder ser instalado no dispositivo do usuário. SIEolica-M foi produzido com as mesmas funcionalidades de SIEolica, porém por se tratar de plataformas diferentes, algumas diferenças, principalmente na interface, foram necessárias para viabilizar o uso.

3.2.8.1. SIEolica-M: produção e testes

As linguagens em que foi produzido SIEolica-M são as mesmas utilizadas em SIEolica (HTML, JavaScript e CSS), com exceção da depuração necessária para compilar os arquivos de formação em um único arquivo executável para instalação.

O aplicativo de simulação SIEolica-M derivou do aplicativo *web-based* SIEolica em sua parte lógica e parte de sua interface. Entretanto foi necessário elaborar um novo mapa para esse aplicativo, uma vez que a página inicial caracteriza-se como principal condutor ao local de simulação. A Figura 52 mostra o mapa do aplicativo SIEolica-M.

Figura 52 - Mapa aplicativo SIEolica-M



Fonte: o autor

Como é possível ver no mapa, produziu-se uma versão em inglês do aplicativo e esta versão ficou com grau de importância igual ao da versão em português. O aplicativo poderá ser distribuído para locais fora do Brasil, por isso a versão em inglês pode ter maior aceitação para esse público.

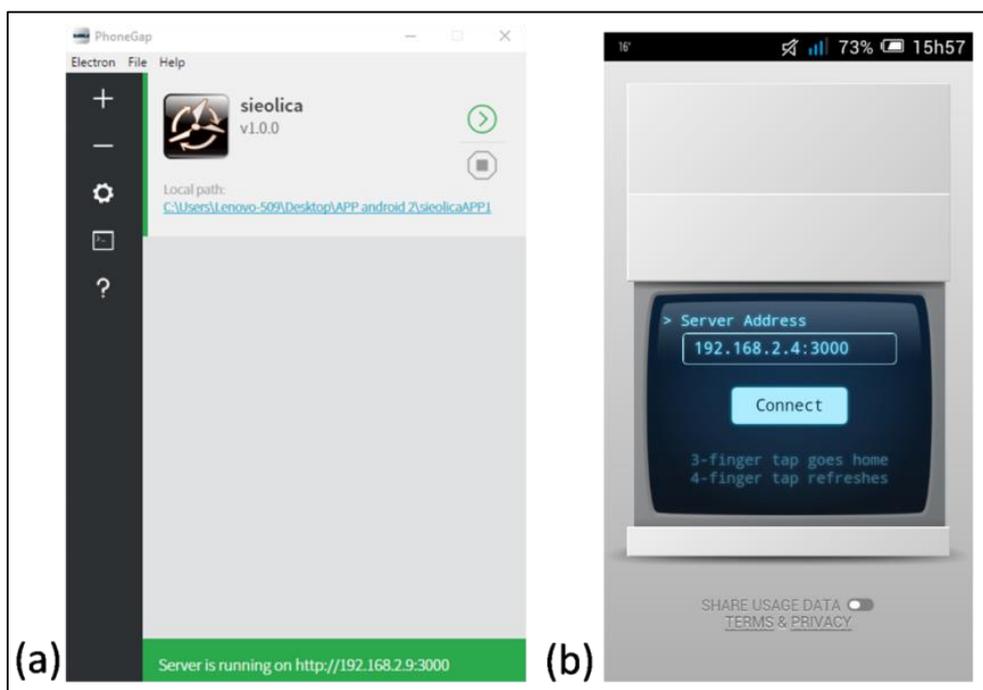
A produção de SIEolica-M inicia com a utilização do *software* PhoneGap da empresa Adobe. Segundo sua página de internet, PhoneGap funciona como uma ponte entre aplicações *web* e dispositivos móveis, dispensando assim o uso de outras linguagens e *frameworks* para cada plataforma. PhoneGap contribui para ASF (Apache Software Foundation) sob o nome de Apache Cordova. Esta parceria torna

o uso do PhoneGap gratuito, fazendo com que permaneça livre e de código aberto, sob licença Apache.

O uso de PhoneGap requer a instalação deste programa em um computador. Ao solicitar a criação de um projeto novo, é possível selecionar os arquivos de um aplicativo *web* feito basicamente com HTML, JavaScript e CSS. A partir daí PhoneGap cria alguns diretórios e arquivos.

O processo segue com a necessidade de instalação do APP PhoneGap em um dispositivo móvel, independentemente da plataforma que se pretende desenvolver. Nesta pesquisa foi instalado PhoneGap em um *smartphone* marca Alcatel modelo OneTouch 7040E, com sistema operacional Android 4.2.2. A Figura 53 mostra a interface de PhoneGap em funcionamento em (a) no computador *desktop* e (b) no *smartphone* em questão.

Figura 53 - Uso de PhoneGap para APP mobile



Fonte: dados da pesquisa

No *smartphone*, aparece a tela de conexão, que se dará entre este dispositivo e os arquivos que se pretende manusear para construção do aplicativo. Ao se estabelecer a conexão através de um endereço de servidor, gerado no próprio PhoneGap, o aparelho móvel fica pareado com estes arquivos, possibilitando que o resultado da produção do aplicativo possa ser visto diretamente e em tempo real no *smartphone* pareado.

Após análise dos arquivos necessários para funcionamento e após a execução de testes, principalmente das ligações entre arquivos que renderizam a interface e arquivos que executam funções, foi necessário rever a interface do aplicativo.

A interface deste *APP mobile* foi construída para manter a identidade visual do aplicativo *web-based*. Para isso, manteve-se as características como cor, disposição dos elementos, fonte e figuras criadas para o SIEolica. A Figura 54 apresenta a interface da página inicial e do início do formulário do aplicativo de simulação, versão português, que aparece quando o usuário toca no botão “entrar BR”, que foi projetado nas cores verde e amarelo.

Figura 54 - Telas do SIEolica-M



Fonte: dados da pesquisa

A tela inicial do aplicativo, vista na Figura 54 (a), é composta por dois grandes círculos que informam a versão do aplicativo (em português ou em inglês). Estes círculos funcionam como botões de entrar, porém todo este aplicativo foi projetado para uso em dispositivos com tela *Touch Screen* (sensível ao toque). Por isso os círculos são grandes em relação à tela. A precisão do toque com dedos na tela requer que elementos de interface tenham tamanhos adequados.

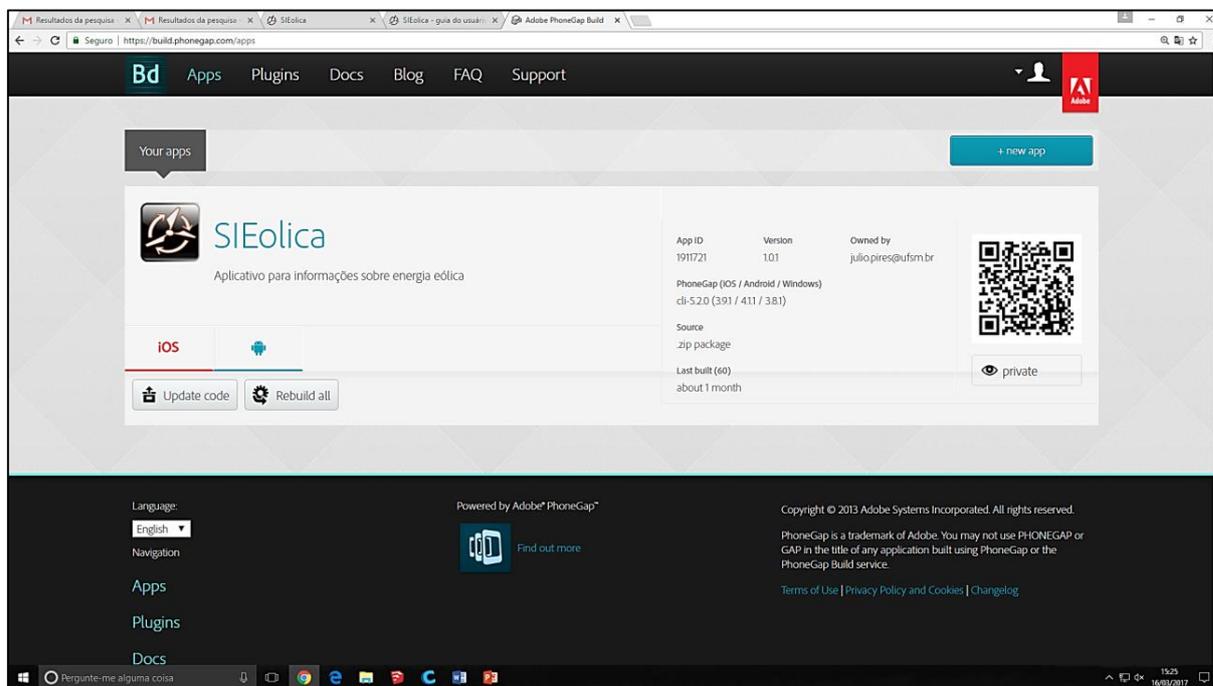
Quando o usuário toca em “ENTRAR BR” na tela inicial, logo aparecerá a tela do aplicativo de simulação conforme a Figura 54 (b). Nesta tela foram dispostos botões, relativamente grandes também, com as opções conforme projetado no mapa

deste aplicativo. Os campos de entradas de dados, que no aplicativo *web-based* são selecionados com cliques para posterior entrada de dados pelo teclado, tiveram seu tamanho aumentado para melhorar a precisão do toque da tela. Ao tocar em algum campo de entrada de dados do formulário, o usuário verá o teclado virtual de seu dispositivo ficar ativo e poderá preencher os dados normalmente.

Após a conclusão de todas as adaptações do SIEolica-M, que foi produzido a partir do SIEolica, após definida a interface e as funcionalidades, a primeira versão do aplicativo pode ser considerada pronta. A partir daí tem-se um aplicativo funcional, mas ainda não pronto para instalar em dispositivos móveis. Para isso, foi necessário compilar todos os arquivos gerados na produção (inclusive figuras) em um único arquivo com extensão APK (arquivo de aplicativos instaláveis em dispositivos com sistema operacional Android) ou extensão para instalação em dispositivos com sistema operacional iOS (da empresa Apple).

A compilação dos arquivos se dá através da interface de usuário do aplicativo PhoneGap na internet. A Figura 55 mostra esta interface onde é possível montar o arquivo de instalação para ambos os sistemas operacionais.

Figura 55 - Interface de compilação do PhoneGap



Fonte: dados da pesquisa

Na interface de compilação do PhoneGap é possível selecionar os arquivos (deve-se criar apenas um arquivo compactado (zipado) com todo o conteúdo do

aplicativo) e o programa executa a compilação gerando um arquivo, no caso desta pesquisa, do tipo APK e um código *QR Code*. Este código pode ser lido por qualquer aplicativo de leitura de *QR Code* para ativar a instalação do APK no dispositivo. Já o arquivo APK gerado na compilação é fornecido com *download* direto no diretório de *downloads* do computador do usuário do PhoneGap.

O arquivo compilado APK é responsável por instalar o aplicativo em dispositivos com sistema operacional Android. Para disponibilização do aplicativo ao público pela loja de aplicativos Google Play, esse arquivo é necessário.

3.2.9. Disponibilização ao público

O sistema *web-based* foi disponibilizado ao público no dia 23 de março de 2016, quando foi feito *upload* por FTP (File Transfer Protocol) com o aplicativo *FileZilla Client* para o servidor da UFRGS. Desde então está funcionando *online*, com acesso gratuito e sendo monitorado pela ferramenta Google Analytics.

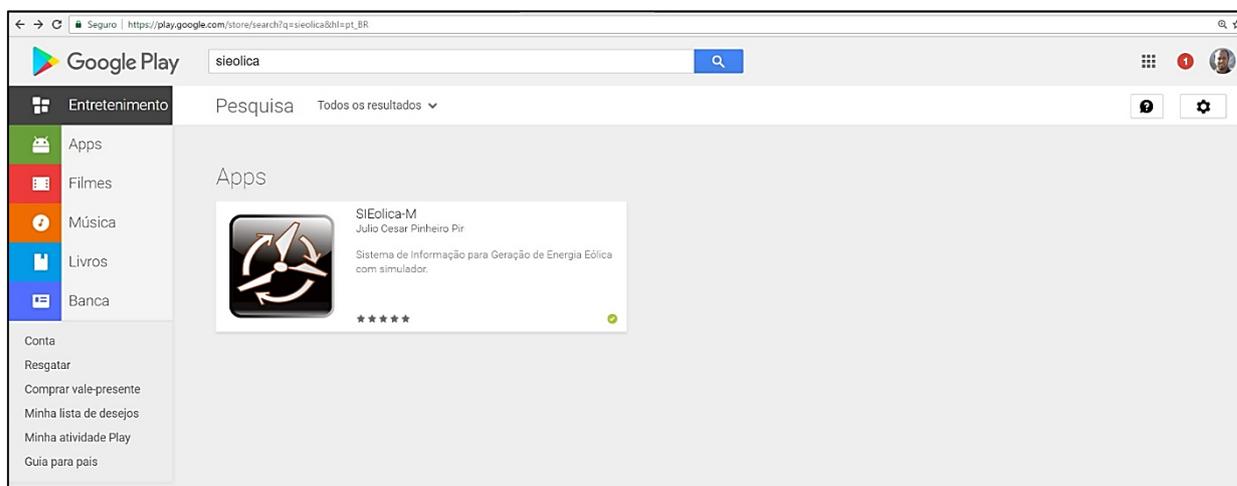
SIEolica-M é um aplicativo desenvolvido para funcionar instalado no dispositivo de usuários, ou seja, sua distribuição pode se dar de duas maneiras: distribuição direta e distribuição pela loja oficial da fabricante do sistema operacional onde funciona o aplicativo.

A distribuição direta não foi adotada para o produto desta pesquisa visto que o aplicativo foi desenvolvido para funcionar em plataforma Android. A distribuição de aplicativos para dispositivos que utilizam esta plataforma é feita através de um modelo definido pela empresa Google, proprietária da plataforma Android. Esta empresa considera que aplicativos distribuídos fora de seu sistema oficial podem danificar os aparelhos dos usuários.

A distribuição oficial se dá pelo *download* de um arquivo de instalação do aplicativo direto na loja de aplicativos para plataforma Android, da Google. O usuário acessa o aplicativo denominado Google Play, que é uma loja virtual de aplicativos. Nesse aplicativo pode-se escolher e/ou buscar qualquer aplicativo que esteja ali disponível. Alguns têm um preço de venda e outros podem ser adquiridos sem custo. Os aplicativos disponíveis na Google Play passam por um filtro durante os trâmites para torná-lo um aplicativo oficial. Este filtro verifica se seu código não apresenta partes inconvenientes e em desacordo com os valores da Google. Após esta fase e estando apto, o aplicativo passará a aparecer nos resultados de busca de aplicativos

da Google Play. A Figura 56 mostra SIEolica-M nos resultados de busca no Google Play.

Figura 56—Resultado de busca por SIEolica-M no Google Play



Fonte: Figura extraída da página de buscas do Google Play (2016)

No caso do SIEolica-M, por ser um aplicativo registrado no INPI em nome da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e desenvolvido em uma pesquisa acadêmica realizada nesta universidade, sua distribuição foi oficial na Google Play.

O aplicativo para dispositivos móveis SIEolica-M foi disponibilizado ao público, na loja de aplicativos Google Play, no dia 9 de outubro de 2016.

3.3. LANÇAMENTO COMO PRODUTO DE PESQUISA ACADÊMICA

Os aplicativos desenvolvidos no âmbito desta pesquisa: SIEolica e SIEolica-M são produtos funcionais, em sua primeira versão, mas prontos para uso, avaliações, críticas e sugestões por parte dos usuários. Por serem considerados produtos e pela necessidade de atingirem seu público alvo, foram elaboradas algumas estratégias de divulgação para tal objetivo ser alcançado.

Salienta-se que a divulgação desses produtos tem elevado grau de importância por dois motivos: i) para satisfazer o objetivo da pesquisa que é divulgar os benefícios da geração distribuída e geração compartilhada de energia elétrica; ii) para haver um número adequado de acessos e simulações realizadas no aplicativo permitindo viabilizar análises diversas e conclusões acerca do uso dos produtos.

3.3.1. Estratégias de divulgação

A divulgação de produtos comerciais tende a ser feita em veículos apropriados para essa finalidade, gerando um custo de divulgação cobrado por empresas de mídia para veiculação de propagandas. Entretanto os produtos gerados nesta pesquisa não terão valor comercial antes do término da pesquisa com a conclusão do curso de doutorado. Neste sentido os produtos serão considerados “produtos de pesquisa acadêmica”.

As estratégias de divulgação para tais produtos devem ser pontuais, direcionadas e sem custo financeiro algum. Por isso elegeu-se a *web* como único local de propagação e lançamento dos produtos desta pesquisa.

3.3.1.1. Na internet

A divulgação na internet se deu pela elaboração de textos informativos, com caráter geral (não acadêmico) apresentando os aplicativos para o público em geral.

Após a elaboração dos textos de divulgação, elegeram-se algumas instituições para que estas veiculassem os textos em questão. As instituições são: Universidade Federal de Santa Maria UFSM (campus sede), Universidade Federal de Santa Maria UFSM-CS (campus Cachoeira do Sul), Universidade Federal do Rio Grande do Sul UFRGS, Centro de Pesquisas em Energia Elétrica CEPEL, Instituto para o Desenvolvimento de Energias Alternativas na América Latina IDEAL e Associação Brasileira de Energia Eólica ABEEólica.

Nas páginas institucionais da UFSM campus sede e UFSM Cachoeira do Sul, assim como do CEPEL, foram veiculados os textos produzidos para divulgação. Nas solicitações de divulgação abordou-se a possibilidade de incluir as redes sociais. Neste caso foram divulgados em redes sociais de todas as instituições elencadas, exceto a ABEEólica, que não havia respondido às solicitações até a elaboração deste texto.

A divulgação em redes sociais se deu através de chamadas características para este tipo de rede, com textos reduzidos, apenas convidando aos participantes da rede a realizar simulações no SIEólica. As redes sociais utilizadas foram o Facebook e o Twitter.

Outra forma de divulgação foi através de distribuição de e-mails convidando para realização de simulações no aplicativo. A distribuição de e-mails foi feita para

contatos cadastrados nos e-mails dos componentes desta pesquisa e do setor de divulgação da UFSM-CS.

3.3.1.2. Criação de páginas em rede social

A ascensão das redes sociais como Facebook e Twitter fez com que um número grande de pessoas tivesse acesso a aplicativos e páginas desta natureza. Neste sentido uma das estratégias de divulgação dos produtos desta pesquisa é a construção de páginas nestas duas redes sociais.

Na rede social Facebook foi elaborada a página com endereço www.facebook.com/sieolica. A Figura 57 mostra esta página de interação e divulgação do sistema.

Figura 57 - Página SIEolica na rede social Facebook



Fonte: Figura extraída da página de rede social Facebook (2016)

Na rede social Twitter foi elaborada a página com endereço www.twitter.com/sieolica. A Figura 58 mostra esta página de interação e divulgação do sistema.

Figura 58 - Página SIEolica na rede social Twitter



Fonte: Figura extraída da página de rede social Twitter (2016)

Ambas as páginas criadas em redes sociais para divulgação geral do sistema desenvolvido tiveram resultados que serão apresentados no capítulo de resultados da pesquisa.

3.4. COMPARAÇÃO COM PARES EXISTENTES

O sistema SIEolica, assim como SIEolica-M foram desenvolvidos baseados em metodologia específica, tendo um grau de originalidade no que diz respeito às suas funcionalidades e objetivo pretendido. Ao comparar tais sistemas com outros que oferecem resultados similares, é possível notar diferenças e ganhos programados de acordo com o que os sistemas se propõem.

Os requisitos dos sistemas apresentam tais diferenças. Ao projetar SIEolica sem possibilidade de realização de cadastro e sem conexão com banco de dados, este sistema torna-se mais simples e rápido de carregar no navegador do usuário. Ao mesmo tempo, esta configuração não permite que usuários retornem ao sistema e acessem uma parte específica com suas preferências previamente cadastradas.

A comparação com pares existentes deve levar em consideração o caráter mais experimental dos sistemas desta pesquisa em relação a *softwares* comerciais. Assim alguns pontos não podem servir de parâmetro na análise comparativa.

3.4.1. Aplicativos similares

A seguir serão analisados alguns aplicativos com temas relacionados à energia elétrica. Os sistemas computacionais que objetivam informar usuários sobre energia,

que mais se aproximam de SIEólica são aqueles que tratam de energia eólica, energia solar e simuladores de consumo de eletricidade, como os já citados em 2.2.5.5.

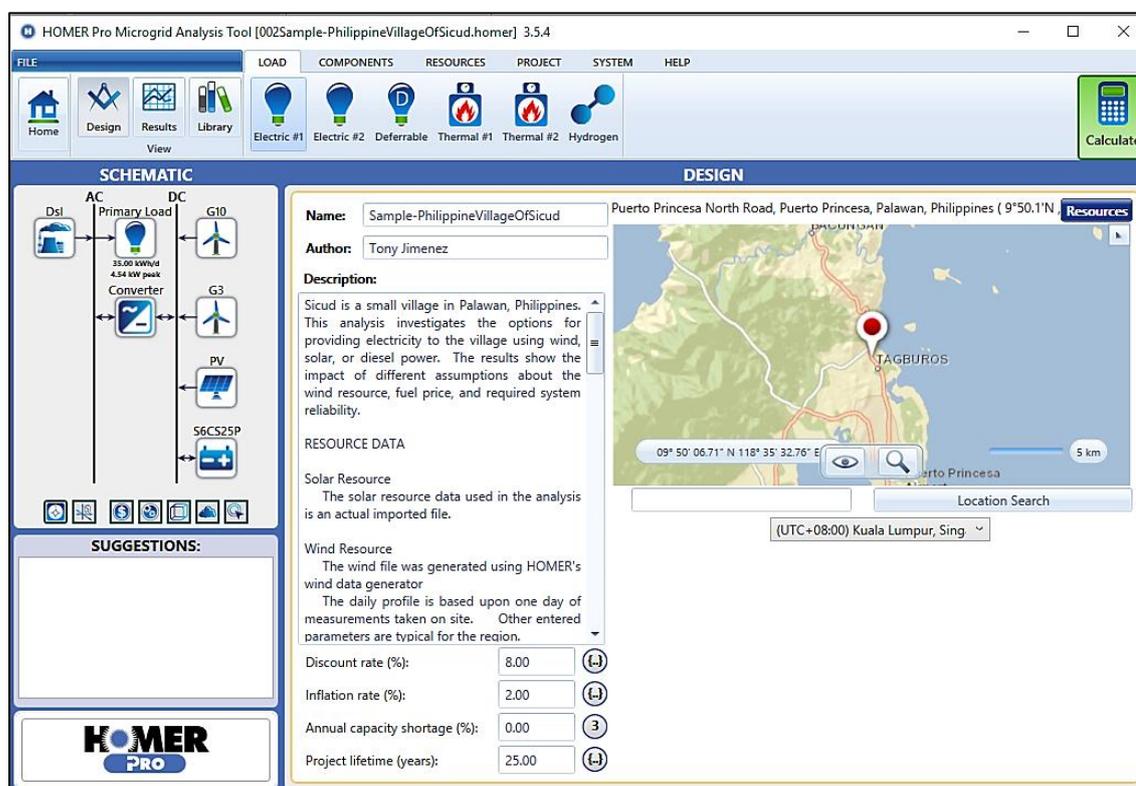
3.4.1.1. Energia eólica

Homer Pro

Este é um *software* da empresa Homer Energy LLC, desenvolvido em conjunto com um laboratório da divisão de energia do governo norte americano. Homer Pro não está baseado na *web*, sendo necessária instalação no computador do usuário. Este *software*, segundo sua documentação (HOMER Energy LLC, 2016), tem como princípio munir pessoas ao redor do mundo com ferramentas, serviços e informações para acelerar a adoção por geração distribuída de energia através de fontes renováveis.

Homer Pro é um *software* extenso, completo, com possibilidades diversas para realização de simulações de conversão de energia ou geração de calor. É possível simular geração híbrida de energia, com diversas fontes, assim como inserir uma rede externa a/ou acumuladores. A interface de Homer Pro é apresentada na Figura 59

Figura 59 – Interface do Homer Pro



Fonte: HOMER Energy LLC (2016)

SIÉolica pode ser comparado com esta parte por possibilitar realização de simulações, em tese, similares a um módulo do Homer Pro. As simulações do Homer Pro permitem inclusão de diversas fontes de energia e outros aspectos inexistentes em SIÉolica. Apesar disso, SIÉolica oferece resultados de simulações voltadas para usuários em geral, principalmente sem conhecimentos nesta área de energia eólica. Homer Pro apresenta-se como uma ferramenta completa, própria para uso por profissionais e/ou especialistas.

Energy Green

Empresa brasileira que comercializa equipamentos de tecnologia e presta serviços na área de energias renováveis (ENERGY GREEN, 2016). A Energy Green desenvolveu um simulador que pode ser adquirido gratuitamente em sua página de internet. Este simulador está no formato de um arquivo do tipo xlsx (arquivo próprio do *software* Excel, da empresa Microsoft).

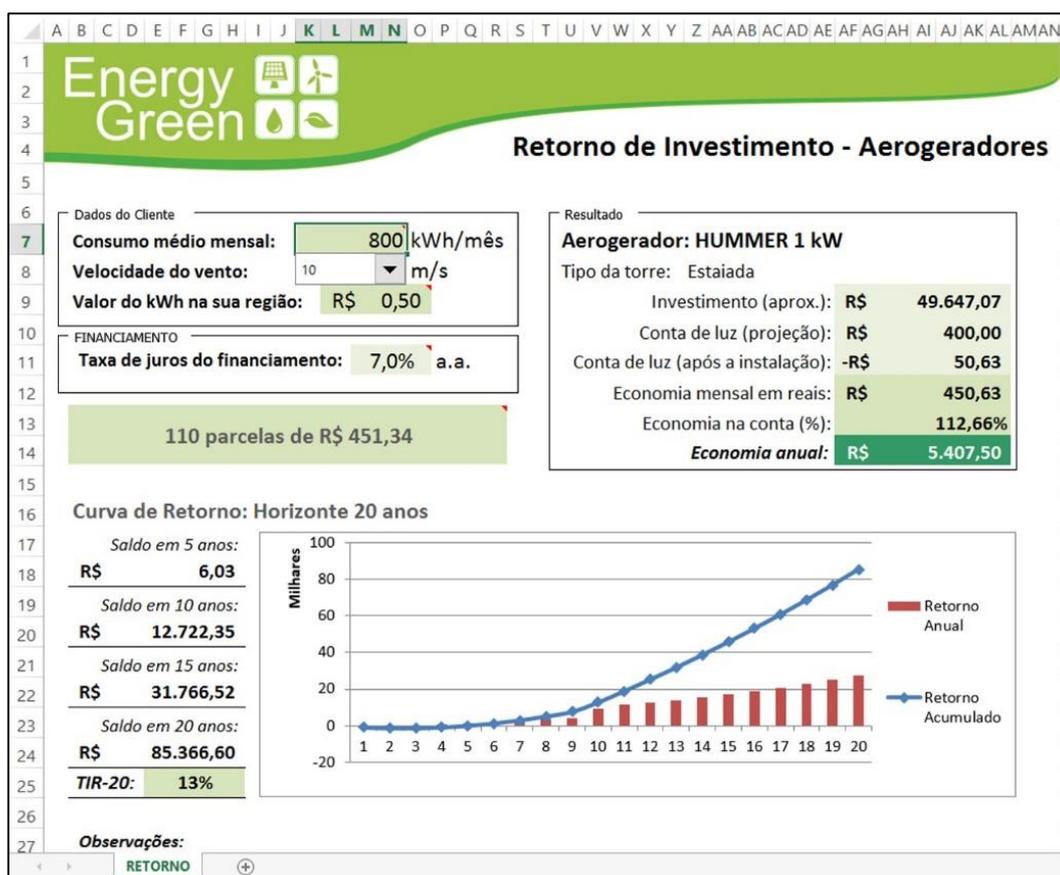
O simulador funciona como uma planilha onde o usuário pode preencher consumo mensal em kWh, velocidade de vento, valor de kWh cobrado pela concessionária e taxa de juros de financiamento de uma turbina. O sistema não permite que o usuário escolha turbinas, estando esta decisão condicionada ao consumo informado e a velocidade de vento informada. O objetivo principal do simulador da Energy Green é apresentar uma turbina comercial, favorecendo sua venda. Na simulação, ao atingir a melhor relação preço versus potência, o aplicativo retorna com um aerogerador (informando marca, potência e altura), além de outras informações como preço do equipamento, valor da conta de luz, valor da conta após instalação do equipamento, economia mensal (em reais e porcentagem), e um gráfico com curva de retorno financeiro para um horizonte de vinte anos.

A comparação entre SIÉolica e Energy Green está, principalmente, nos resultados que ambos aplicativos apresentam. Realizou-se uma simulação em cada aplicativo, preenchendo com os mesmos valores os parâmetros pertinentes e comum aos dois aplicativos, e os resultados foram aproximados. Esta simulação foi feita com velocidade de vento 10m/s, consumo médio mensal de 800kWh, preço do kWh R\$ 0,50 e aerogerador com potência de aproximadamente 1kW. Após as simulações, os resultados demonstraram que no Energy Green a economia na conta (%) é de 112,66%, e no SIÉolica, o parâmetro similar denominado porcentagem a suprir é de 114%. Apesar de Energy Green considerar uma taxa de juro para

financiamento do equipamento e apesar do valor da turbina de referência ser mais de duas vezes maior do que a de SIEólica, os resultados mostram que existe sintonia entre os métodos de cálculo e que SIEólica mostra-se eficiente em apresentar resultados de porcentagem a suprir de energia próximos aos de turbinas comerciais existentes no mercado.

A Figura 60 apresenta a interface do Energy Green, com os resultados da simulação de referência realizada para comparação com SIEólica.

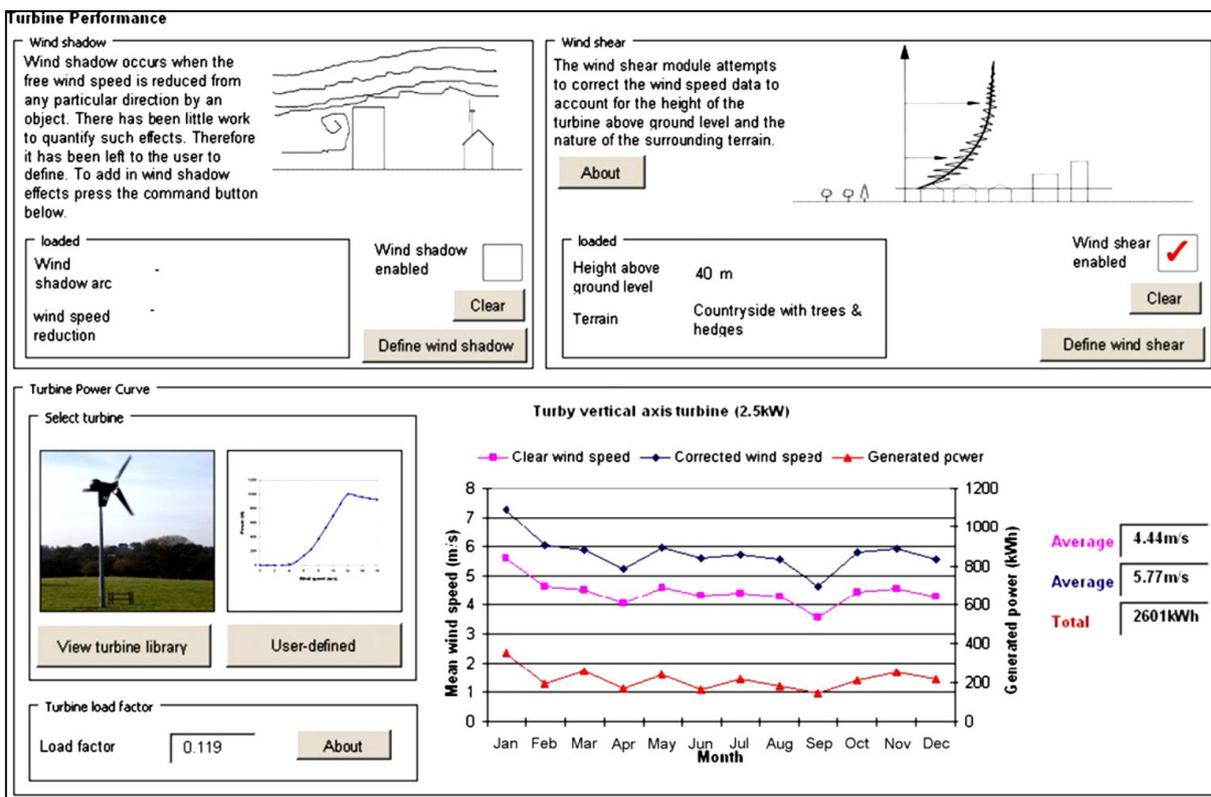
Figura 60–Interface do Simulador Energy Green



Fonte: ENERGY GREEN (2016)

μ -Wind

O aplicativo μ -Wind (Figura 61) faz parte de uma pesquisa onde o mesmo foi elaborado como uma ferramenta para prever viabilidade econômica de micro turbina eólica para uso em alguns locais do Reino Unido. Este aplicativo conta com quatro partes: módulo sobre comportamento de vento, módulo sobre desempenho de turbina, módulo sobre dados de demanda por eletricidade e módulo sobre retorno financeiro e redução de emissões de CO₂ (BAHAJ, MYERS E JAMES, 2007).

Figura 61 – Alguns resultados do μ -Wind

Fonte: Bahaj, Myers e James (2007)

Algumas funcionalidades deste aplicativo assemelham-se ao SIEólica. Ambos fornecem informações sobre retorno financeiro para investimento em turbina eólica de pequeno porte e redução de emissões na atmosfera. Entretanto não foi possível determinar se μ -Wind encontra-se baseado na internet ou é um aplicativo que funciona instalado em computadores. Além disso, μ -Wind não faz parte de um sistema de informação, não sendo seu objetivo divulgar benefícios de geração de energia própria, assim como é o de SIEólica. Para este parâmetro não cabe comparação.

Apesar da similaridade entre μ -Wind e SIEólica, os desenvolvedores do primeiro acreditam que seu aplicativo é uma ferramenta que auxilia a verificar a viabilidade de sistemas de geração de energia eólica de pequeno porte, não com objetivo de apresentar alguma tecnologia ou benefício ao público em geral. O objetivo da criação de μ -Wind é a verificação por parte dos pesquisadores, confirmando a viabilidade do negócio de geração como um todo, incluindo produção de turbinas, instalação e benefício para quem fizer parte desta cadeia.

Por outro lado, SIEolica não tem por objetivo comprovar a viabilidade de geração própria com turbina de pequeno porte, mas sim divulgar que esta prática pode trazer benefícios. SIEolica é um sistema de informação, μ -Wind é um sistema especialista. Seus objetivos são distintos.

3.4.1.2. Energia solar

Simulador Solar – Instituto Ideal

O Simulador Solar do Instituto Ideal constitui-se de um aplicativo *web-based*, de uso público e gratuito. Assemelha-se ao SIEolica na parte de simulação de um sistema de geração de energia elétrica, neste caso, por fonte solar.

Este simulador solar foi exposto nesta pesquisa, no item 2.2.5.5, fundamentação teórica, porém sem a comparação com SIEolica. Tal comparação pode ser feita sob alguns aspectos como interface, funcionalidades, respostas aos usuários, entre outras.

O Simulador Solar exige que o usuário informe seu local de domicílio. SIEolica não conta com esta exigência pelos mesmos motivos pela qual não exige cadastro prévio do usuário. A interface do Simulador Solar tem aparência limpa, com o mínimo de informações, porém todas necessárias para entendimento do usuário. Foi projetado para ser intuitivo, priorizando a simplicidade e comunicando diretamente o que se propõe fazer. Neste aspecto SIEolica se aproxima destes conceitos, pois foi elaborado a partir de premissas similares, além de serem ambos aplicativos não comerciais.

As respostas ao usuário também tendem a ser similares. Cada aplicativo conta com as particularidades de conversão de energia por fontes distintas: solar e eólica. Mesmo assim o usuário, em ambos os aplicativos, terá informações de como gerar sua própria energia elétrica, saberá qual o retorno financeiro de seu investimento, saberá o quanto deixará de emitir de dióxido de carbono na atmosfera.

Entretanto o aspecto que os aplicativos mais compartilham similaridades é que ambos são sistemas de informação, sem ter caráter comercial. Os objetivos se aproximam. Isto faz com que sua comparação possa ser feita mais efetivamente do que com outros aplicativos citados anteriormente, mesmo que sejam antagônicos em relação às fontes de conversão de energia.

Constata-se, por fim, que o Simulador Solar é fruto de uma pesquisa realizada por uma instituição (Instituto Ideal) com certa tradição na área de energias renováveis e contou com apoio de um banco, uma universidade, uma parceria com instituições estrangeiras entre outras. Isto faz com que o Simulador Solar seja um sistema com elevada maturidade em relação ao SIEolica.

3.4.1.3. Energia Elétrica

Em relação a simuladores de consumo de energia elétrica, alguns aplicativos já foram citados na fundamentação teórica desta pesquisa. Da mesma maneira como foi citado o simulador do Instituto Ideal, pode-se citar aqui diversos sistemas simuladores de consumo de eletricidade, principalmente os elaborados por concessionárias de energia.

Na maioria dos casos, tais simuladores são aplicativos *web-based*, com objetivo de informar ao usuário sobre seu consumo a partir do preenchimento de informações prévias. Neste sentido, a similaridade com SIEolica se dá parcialmente, pois o simulador desenvolvido nesta pesquisa permite ao usuário preencher seus dados de instalação e consumo de eletricidade para obter informações diversas.

O simulador da empresa Furnas diferencia-se de seus pares por apresentar um conjunto de funcionalidades que os outros não têm. Tais funcionalidades foram descritas em 2.2.5.5. Este diferencial faz com que o simulador de Furnas possa ser comparado com SIEolica em mais parâmetros do que os demais simuladores de concessionárias.

Tanto o simulador de Furnas quanto SIEolica fornecem informações para o usuário obter economia em relação à conta de luz. SIEolica pela possibilidade de geração própria e o simulador de Furnas pela substituição de equipamentos por outros mais econômicos. Neste caso os objetivos tornam-se comuns. Por outro lado, a interface do simulador SIEolica tem caráter mais sóbrio, limpo e direto. A interface do simulador de Furnas tende a ter um caráter mais lúdico, configurando-se como um diálogo entre o sistema e o usuário.

4. RESULTADOS DA IMPLEMENTAÇÃO E DO DESEMPENHO DO SISTEMA

Neste capítulo serão abordados os resultados da aplicação da metodologia na implementação do sistema, principalmente em relação ao aplicativo de simulação.

Será feita avaliação do desenvolvimento dos produtos no âmbito desta pesquisa e serão analisados os dados de acesso e uso do sistema proposto.

4.1. AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DOS PRODUTOS

O problema de desinformação descrito no início deste estudo proporcionou o lançamento de proposições ou hipóteses para resolução de tal problema. A partir da elaboração de uma fundamentação teórica que abordou os temas: energia eólica, sistemas de informação e sistemas de viabilidade, foi possível desenvolver os produtos SIEólica e SIEólica-M, sistemas de informação, que se propõem suprir uma necessidade evidenciada na parte de motivação e justificativa desta pesquisa.

O sistema de informação e os aplicativos de simulação, um *web-based* e outro para dispositivos móveis, foram desenvolvidos em um período de janeiro de 2015 até setembro de 2016.

A avaliação do desenvolvimento do sistema deve ser considerada pelo desempenho para o que o mesmo se propõe. A avaliação do desempenho pode ser obtida por meio de aplicação de instrumentos de coleta de dados como questionários, por exemplo. Nesta pesquisa foram avaliados os desempenhos de acessos ao sistema e a eficiência do uso do sistema por parte do público. O desempenho de acessos foi avaliado pelo rastreamento das páginas do sistema *web-based*. A eficiência do sistema (conteúdo e seu significado para o público em geral) foi avaliada por questionário aplicado ao público geral que acessou o sistema.

4.2. ANÁLISE DE DADOS DE ACESSOS E USO DO SISTEMA PROPOSTO

O sistema produzido está sendo monitorado com auxílio da ferramenta Google Analytics. Esta ferramenta consiste em adicionar um código ao arquivo fonte HTML da página que se deseja monitorar. A partir daí é possível obter informações como quantidade de acessos, tempo de permanência, localização geográfica do acesso à página de internet e outros parâmetros relativos ao sistema monitorado. O sistema foi disponibilizado ao público geral no dia 23 de março de 2016. O monitoramento se manteve constante desde esta data, sendo computado até o dia 20 de novembro de

2016, limitando-se a esta data pela necessidade de apresentar resultados nesta pesquisa. Este período teve 243 dias de monitoramento e os resultados a seguir foram obtidos neste intervalo de tempo.

4.2.1. Resultados no âmbito de acessos ao sistema

A seguir serão apresentadas diversas figuras e tabelas com resultados obtidos através da ferramenta descrita. A apresentação de cada dado de acesso será sucedida de uma breve interpretação dos resultados.

A Figura 62 apresenta resultados de acessos gerais em todas as páginas do sistema.

Figura 62 - Resultados de acessos gerais

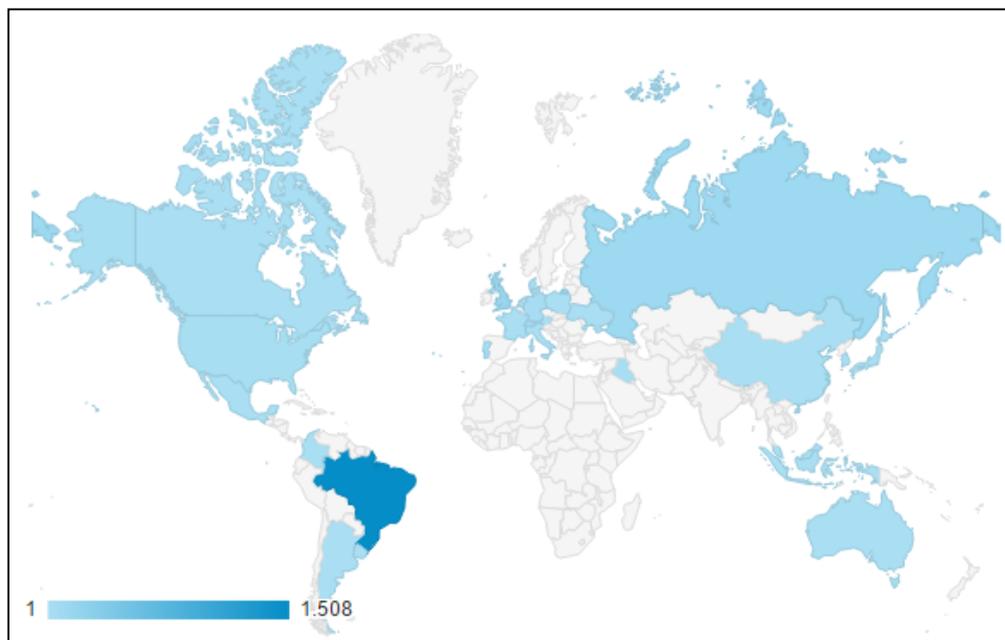


Fonte: figura extraída da ferramenta Google Analytics (2016)

Segundo a Figura 62, o sistema obteve 5244 visualizações de página com 2,71 páginas por seção. Este dado é positivo porque a página principal do sistema (página do aplicativo de simulação “pagina3”) não é a página inicial. Assim é possível perceber que usuários acessaram, em média, quase três páginas por seção, dando indício de que a maioria chegou até a pagina3. Esta figura apresenta também o número de 1505 usuários e 1933 sessões para o período verificado, sendo que a duração média da sessão foi de quase dois minutos e meio, tempo suficiente para adquirir algum tipo de informação sobre o tema proposto no sistema. Ainda nesta Figura 62, o gráfico tipo pizza, à direita, demonstra que do total de sessões realizadas no sistema, 1/4 são de pessoas que retornaram após a primeira visita, manifestando maior interesse do que as que visitaram apenas uma vez.

A Figura 63 mostra resultados geográficos em que, no mapa-múndi, quanto mais forte o tom da cor azul no país, mais acessos o país registrou.

Figura 63 - Mapa de acessos por país



Fonte: mapa extraído da ferramenta Google Analytics (2016)

Nesta Figura 63 percebe-se, pela escala gráfica e pela intensidade da cor, que a maior quantidade de acessos, como se esperava, foi no Brasil. A diferença de acessos no Brasil é tão acentuada que a cor dos demais países aparece com a mesma intensidade. Neste caso a diferença pode ser percebida apenas na análise numérica desse dado de acesso.

A Tabela 4 apresenta os resultados gerais de acesso por país, com o número de sessões, páginas por sessão e duração média da sessão.

Tabela 4 - Acessos por país

País (20)	Sessões (Total: 1933)	Páginas por sessão (média 2,76)	Duração média da sessão (média 00:02:00)
Brasil	1508	2,93	00:02:40
Reino Unido	160	1,42	00:00:00
Rússia	116	2,52	00:06:27
Alemanha	29	3,45	<00:00:01
EUA	21	1,14	00:00:02
Desconhecido (not set)	20	1,80	00:00:00
Iraque	18	1,00	00:00:00
Itália	11	2,45	00:00:00

Tabela 4 - Acessos por país (continuação)

Áustria	10	2,90	00:00:00
Suíça	7	3,00	00:00:00
Colômbia	6	3,00	00:01:41
Argentina	3	2,00	00:00:20
França	3	1,67	00:01:04
Japão	3	1,00	00:00:00
Portugal	3	3,00	00:00:51
Dinamarca	2	4,00	00:01:28
Coréia do Sul	2	1,00	00:00:00
Holanda	2	2,50	00:00:48
Austrália	1	1,00	00:00:00
Canadá	1	2,00	00:00:21
China	1	1,00	00:00:00
Indonésia	1	3,00	00:00:06
México	1	2,00	00:00:05
Malásia	1	1,00	00:00:00
Polônia	1	2,00	00:00:05
Ucrânia	1	1,00	00:00:00
Uruguai	1	6,00	00:00:37

Fonte: extraído da ferramenta Google Analytics (2016)

Na Tabela 4 é possível ver que a duração média das sessões para diversos países é de 00:00:00. Isso quer dizer que esse acesso não deve ter sido feito por usuários e sim por programas de computador que rastreiam páginas, acarretando registro de acesso, porém sem registro de tempo. Para computo geral, estes acessos com tempo zerado devem ser desconsiderados. Percebe-se também que o número de páginas acessadas por sessão é proporcional ao tempo de permanência no sistema, ou seja, quanto mais páginas visitadas, mais tempo o usuário permanece no sistema.

A categoria do dispositivo que o usuário acessou o sistema pode ser vista, com suas quantidades, Tabela 5.

Tabela 5 – Categoria do dispositivo para acesso

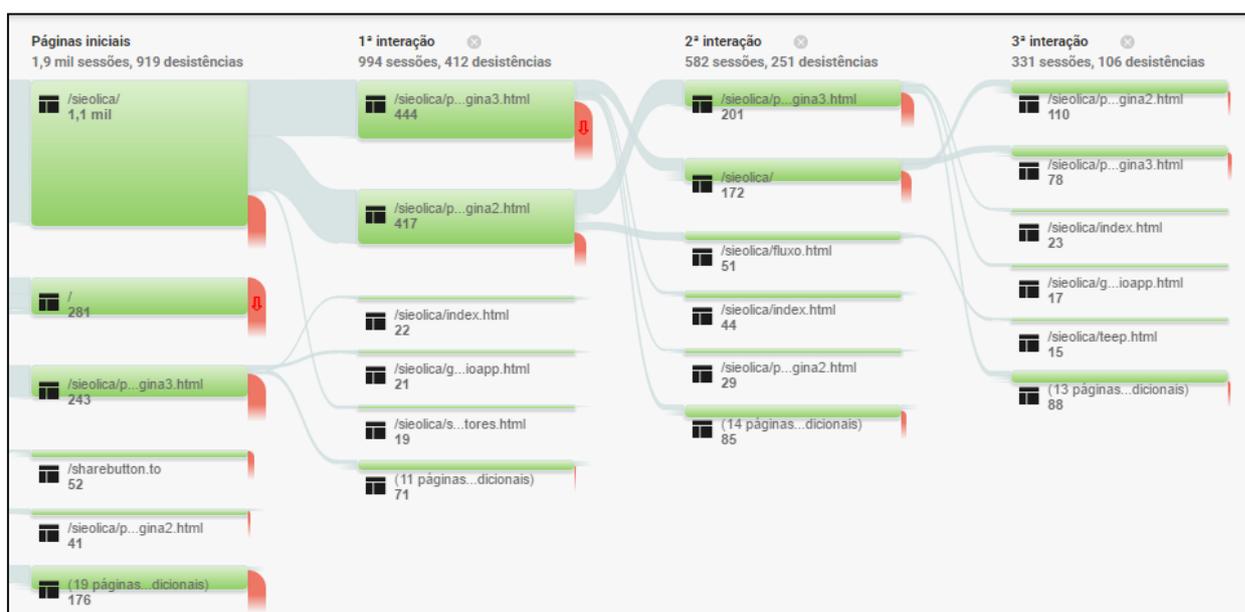
Categoria do dispositivo (3)	Sessões (Total: 1933)	Páginas por sessão (média 2,76)	Duração média da sessão (média 00:02:00)
Computador <i>desktop</i>	1558	2,74	00:02:35
<i>Smartphone</i>	351	2,60	00:01:58
<i>Tablet</i>	24	2,83	00:02:29

Fonte: extraído da ferramenta Google Analytics (2016)

A partir da Tabela 5 percebe-se que a plataforma com maior número de acessos foi o computador *desktop*, seguido do *smartphone* e do *tablet*. Estes números mostram o potencial para construção de uma versão do sistema para dispositivos móveis, justificando a produção (nesta pesquisa) do SIEolica-M. Portanto mesmo que o produto monitorado não tenha sido produzido com características responsivas¹³, mais de 24% do total de acessos foi por dispositivos móveis. Do total de seções feitas com dispositivos móveis, 267 foram feitas por aparelhos com Android, 90 foram feitas com Sistema operacional iOS (da empresa Apple) e os demais acessos através de dispositivos com outros sistemas operacionais totalizaram 18.

No que diz respeito ao fluxo de acessos, a Figura 64 apresenta um gráfico com este parâmetro.

Figura 64 - Fluxo de acessos



Fonte: extraído da ferramenta Google Analytics (2016)

Nesta Figura 64 nota-se que a página mais acessada na primeira interação do usuário, após a página inicial, é a pagina3 (página do aplicativo de simulação). Em segundo lugar está a pagina2, que é a segunda página, acessada quando o usuário clica em ENTRAR na página inicial. Já na segunda interação feita a partir da

¹³ Um sistema responsivo, para o universo da usabilidade de sistemas *web*, é aquele cujo leiaute se adapta, principalmente ao tamanho e orientação do dispositivo que o usuário está utilizando.

pagina3, a preferência maior do usuário foi por voltar à página inicial do sistema. Na segunda interação feita a partir da pagina2 a maioria dos usuários preferiu fazer a simulação, entrando na pagina3. Percebe-se também que na terceira interação, o fluxo maior está em direção à pagina2, ou seja, estes são usuários que já realizaram a simulação e retornaram à segunda página do sistema (acredita-se que para obter mais informações sobre o sistema e seu conteúdo).

Os números totais de acessos em cada uma das páginas monitoradas do sistema SIEolica é apresentado na Tabela 6.

Tabela 6 - Totais de acessos às páginas do sistema

Página	Visualização da página (total 5248)	Tempo médio na página (média 00:01:27)
/sieolica/	1497	00:01:02
/sieolica/pagina3.html	1156	00:02:57
/sieolica/pagina2.html	790	00:00:48
/	474	00:04:16
/sieolica/index.html	198	00:00:55
/sieolica/fluxo.html	179	00:00:28
/sieolica/GuiaUsuarioAPP.html	99	00:02:38
/sieolica/TEEP.html	82	00:00:28
/sieolica/mapaeolico1.html	77	00:03:39
/sieolica/sobreosautores.html	66	00:01:18
/sieolica/geracaodistribuida.html	64	00:01:36
/sieolica/mapaeolico.html	62	00:03:10
/sieolica/hist.html	51	00:01:21
/sieolica/textosistema.html	42	00:00:55
/sieolica/textoEolica.html	38	00:01:06
/sieolica/anemometro.html	28	00:01:26
/sieolica/cert.html	18	00:00:39
/sieolica/rei.html	18	00:04:53
/sieolica/zeb.html	9	00:00:05
/sieolica/pesquisawoofoo.html	8	00:00:14
/sieolica/indexenglish.html	7	00:00:02
/sieolica/GuiaUsuarioAPP-EN.html	3	00:00:34

Fonte: extraído da ferramenta Google Analytics (2016)

Na Tabela 6 fica evidenciado que a página inicial do sistema é a mais acessada. Porém a informação preponderante desta tabela é em relação à página do aplicativo de simulação, que é a segunda página mais acessada, com 1156 visualizações. Este número não representa o total de simulações feitas, uma vez que se devem evitar distorções proporcionadas pela contagem de programas de computador que rastreiam páginas de internet.

A página do Guia do usuário do sistema, para o aplicativo de simulação, obteve 99 visualizações, perfazendo pouco mais de 2% do total de visualizações do sistema. O tempo médio de permanência nesta página foi mais de dois minutos, suficiente para leitura. O fato de haver baixa procura pelo Guia do usuário indica que i) aplicações *web*, em geral, tendem a ser intuitivas e não são projetadas para usuários aprender a interagir pelo método de leitura de um guia de usuário; ii) a interação com SIEolica foi feita sem a necessidade de leitura do Guia do usuário para a grande maioria dos usuários. Desta maneira acredita-se que o aplicativo de simulação tenha atingido um grau adequado de comunicação intuitiva para seu uso.

O aspecto do tempo de carregamento, para aplicativos *web-based*, é considerado importante porque usuários pensam que estão perdendo tempo quando precisam esperar o carregamento de uma página por mais de dez segundos (NIELSEN, 2007). Por isso houve a preocupação de o sistema implementado ter características de leveza (em relação ao tempo de carregamento da página). A Tabela 7 apresenta resultados de tempo de carregamento das três páginas mais acessadas.

Tabela 7 – Tempos de carregamento de páginas do sistema

Página	Tempo médio de carregamento da página (em segundos) (média geral 1,87)	Visualização da página
/sieolica/	2,40	1497
/sieolica/pagina3.html	1,72	1156
/sieolica/pagina2.html	0,55	790

Fonte: extraído da ferramenta Google Analytics (2016)

De acordo com a Tabela 7, a média de tempo de carregamento é 1,87 segundo e a página do aplicativo de simulação carrega no *browser* do usuário em 1,72 segundo. Essa média é considerada adequada, evitando desistências prematuras.

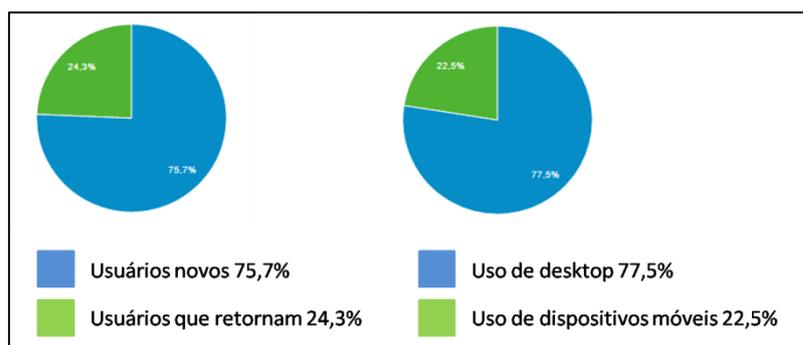
O sistema foi proposto com um leiaute que proporciona a chegada do usuário no aplicativo de simulação com relativa facilidade. Por isso foi colocado um acesso a este aplicativo na página inicial do sistema e na segunda página também. Como o aplicativo de simulação é a parte considerada mais importante do sistema, foram coletadas informações mais específicas desta parte, para conhecer melhor as características dos acessos a este conteúdo.

4.2.2. Resultados no âmbito do aplicativo de simulação

O aplicativo de simulação desenvolvido nesta pesquisa obteve 1156 visualizações rastreadas no aplicativo Google Analytics. Destas, 1085 foram simulações feitas por pessoas e 71 foram acessos realizados por programas de computador, com menos de 5 segundo de permanência na página.

A Figura 65 mostra dados de acesso ao aplicativo de simulação do sistema desenvolvido na pesquisa.

Figura 65 - Dados acesso aplicativo de simulação



Fonte: extraído da ferramenta Google Analytics (2016)

O número de usuários que retornaram à página do aplicativo de simulação (24,3%) está muito próximo do número de usuários que retornaram ao sistema como um todo, que foi de 25,5%, demonstrando o interesse por essa parte do sistema de informação. Já em relação ao dispositivo que o usuário utilizou para acessar o simulador, a Figura 65 mostra que mais de 22% dos usuários acessou por dispositivo móvel (*smartphone* e *tablet*). Novamente salienta-se a importância de disponibilizar este aplicativo em formato adequado para uso em dispositivos móveis.

Em relação aos sistemas operacionais mais utilizados nos acessos ao aplicativo de simulação, destacam-se o Windows e o Android (Figura 66).

Figura 66 - Sistemas operacionais recorrentes no acesso ao aplicativo de simulação



Fonte: extraído da ferramenta Google Analytics (2016)

A Figura 66 comprova que o sistema Android (Google) teve um número de acessos mais de três vezes maior do que o número de acessos do sistema iOS (Apple). Essa informação é importante quando definem-se as hierarquias de desenvolvimento para dispositivos móveis. No caso desta pesquisa, optou-se por desenvolver o aplicativo de simulação SIEólica-M primeiramente na versão para sistemas Android, visto que é amplamente mais utilizado do que os outros.

A geografia dos acessos ao aplicativo de simulação pode ser visto na Tabela 8.

Tabela 8 – Acessos ao aplicativo de simulação, por país

País (nº de cidades)	Visualização da página	Tempo médio na página (média 00:02:57)
Brasil (111)	965	00:02:58
Argentina (1)	3	00:00:00
Colômbia (3)	3	00:03:06
França (2)	2	00:03:06
Dinamarca (1)	1	00:00:00
Indonésia (1)	1	00:00:00
Holanda (1)	1	00:01:08
EUA (1)	1	00:00:00
Uruguai (1)	1	00:00:05

Fonte: extraído da ferramenta Google Analytics (2016)

Na Tabela 8 os países Argentina, Dinamarca, Indonésia, Estados Unidos da América e Uruguai apresentam tempo de permanência na página quase ou igual a zero, ou seja, não foram realizados acessos por pessoas. Sendo assim, entende-se que o aplicativo de simulação foi acessado e, conseqüentemente foram realizadas simulações nos outros quatro países (117 cidades), constantes na Tabela 8. O Brasil se destaca por concentrar 98,7% das simulações.

4.2.3. Resultados relacionados às estratégias de divulgação

Foi elaborado um programa com estratégias de divulgação do sistema, mostrado no item 3.4.1. A ferramenta Google Analytics permite visualizar a origem dos acessos às páginas que estão a ser rastreadas. Assim foi possível saber por onde os usuários chegaram ao sistema proposto.

A Tabela 9 apresenta dados da origem para acessos gerais ao sistema.

Tabela 9 – Origens para acessos gerais

Origem (canal)	Sessões (Total: 1935)	Porcentagens de novas sessões	Novos usuários	Páginas por sessão	Duração média da sessão
		(Total: 74,52%)	(Total: 1442)	(média 2,71)	(média 00:02:29)
<i>Referral (por link)</i>	597	65,83%	393	2,75	00:02:49
Direto	508	76,18%	387	2,78	00:02:00
Pesquisa orgânica	430	83,95%	361	2,30	00:02:09
Rede social	400	75,25%	301	3,02	00:02:57

Fonte: extraído da ferramenta Google Analytics (2016)

A origem de usuários denominada *Referral* significa usuários que clicaram em *links* externos diversos que continham acesso ao sistema SIEolica. A origem denominada Direto é para usuários que digitaram o endereço do sistema em seu programa de navegação na internet. A origem Rede social refere-se aos acessos através das páginas de rede social criadas para o sistema e compartilhamentos diversos entre usuários dessas redes sociais gerando acessos. A origem Pesquisa orgânica refere-se aos usuários que pesquisaram algum termo em páginas de busca na internet e entraram no sistema SIEolica através de algum dos resultados apresentados para busca.

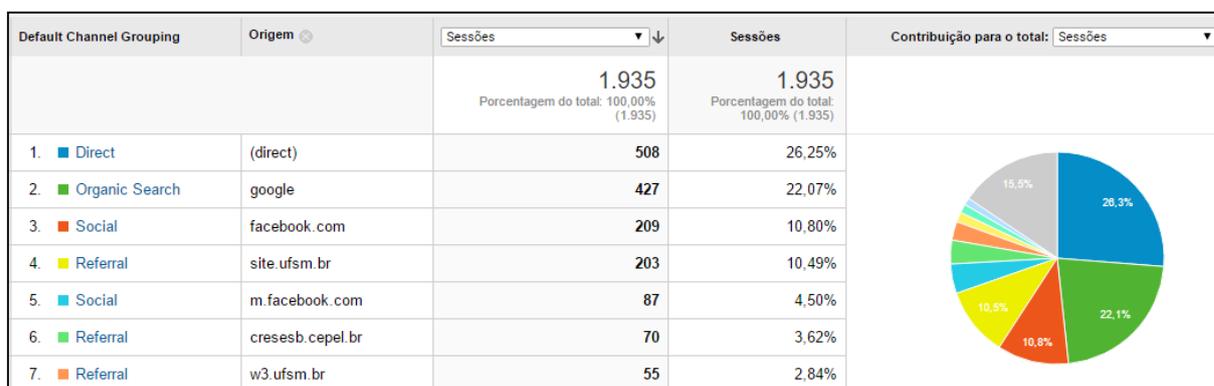
A análise da Tabela 9 permite afirmar que o maior número de sessões no sistema foi feito por usuários que clicaram em *links* de atalho ao SIEolica contidos em outras páginas. Entretanto mais usuários iniciaram uma nova sessão vindos não por *Referral*, mas sim por Pesquisa orgânica. Ao mesmo tempo nota-se que o maior número de novos usuários vem sim por *Referral*. Isto quer dizer que a maioria dos usuários que interagiram com SIEolica chegaram por *Referral*, mas dentre todos os usuários do sistema, os que mais retornaram fizeram isso chegando por Pesquisa orgânica. Isto pode ser reforçado pelo fato de que o segundo menor tempo de permanência no sistema é o de usuários que chegaram por Pesquisa orgânica. Entende-se que usuários que retornam ao sistema levam menos tempo na interação, pois o tempo de aprendizagem (na interação) não é mais necessário.

Nota-se também, ao analisar a Tabela 9, que usuários que permaneceram mais tempo e que interagiram com mais páginas do sistema são os que chegaram através de Redes sociais e os que permaneceram menos tempo são os que chegaram digitando o endereço da página direto no navegador, ou seja, aqueles

usuários que não encontraram no SIEolica exatamente o que buscavam e desistiram do acesso mais rapidamente.

Os locais, dentre todas as origens que geraram maior número de acessos, podem ser vistos na Figura 67.

Figura 67 - Locais que originaram maior número de acessos



Fonte: extraído da ferramenta Google Analytics (2016)

Os dados da Figura 67 mostram que o maior número de acessos ao sistema, em relação aos canais de origens, foi por via direta, quando o usuário digita o endereço da página de internet em seu *browser*. Em segundo está a pesquisa orgânica pela página de busca do Google e em terceiro através da rede social Facebook. Estas informações confirmam a importância das estratégias de divulgação, pois apesar do sucesso do canal Direto, percebe-se que 51,68% (total menos Direto e pesquisa orgânica) de todos os usuários chegaram ao sistema através de algum canal diretamente relacionado ao programa de divulgação desenvolvido aqui.

A Tabela 10 mostra os três primeiros locais de maior acesso para as origens *Referral* e Rede social (provenientes do programa de divulgação).

Tabela 10 – Locais de maior acesso por origem

Origem (canal)	Local	Sessões	Páginas / sessão	Duração média sessão
<i>Referral</i> (por link)	site.ufsm.br	203	3,58	00:02:54
	creseb.cepel.br	70	3,41	00:02:54
	w3.ufsm.br	55	2,62	00:01:33
Rede social	Facebook	325	3,18	00:03:22
	LinkedIn	41	2,27	00:01:35
	Twitter	26	2,27	00:00:49

Fonte: extraído da ferramenta Google Analytics (2016)

Nota-se que a rede social Facebook teve maior influência para gerar acessos ao sistema, mas as pessoas que chegaram através do *link* colocado na página institucional da UFSM percorreram mais páginas do sistema. O objetivo do sistema desenvolvido é informar ao usuário, portanto quanto mais conteúdo for consumido, mais atendido estará o objetivo da pesquisa.

Percebe-se também que o canal *Referral*, por estabelecer locais de acesso formados por instituições de ensino superior e pesquisa, conduzem ao sistema pessoas que supostamente já estejam familiarizadas com o tema abordado no sistema SIEólica.

Os acessos ao aplicativo de simulação são apresentados na Tabela 11, onde aparecem os 5 locais de onde vieram mais visualizações.

Tabela 11 – Origens de acessos ao aplicativo de simulação por “Local”

Origem (canal)	Local ↓	Visualizações de páginas	Duração média na página
Direto	Direto	327	00:02:01
Pesquisa orgânica	Google	238	00:04:14
<i>Referral</i> (por <i>link</i>)	site.ufsm.br	184	00:03:12
Rede social	facebook.com	163	00:04:04
<i>Referral</i> (por <i>link</i>)	cresebs.cepel.br	65	00:01:43

Fonte: extraído da ferramenta Google Analytics (2016)

A chegada ao aplicativo de simulação sem passar por outras páginas do sistema teve maior origem de local quando o usuário digitou o endereço em seu navegador, entretanto em relação ao canal de tráfego, os dados da Tabela 12 mostram que mais usuários acessaram o aplicativo de simulação vindos de tráfego *Referral*.

Tabela 12 – Origens de acessos ao aplicativo de simulação por “canal”

Origem (canal)	Visualizações da página	Duração média na página
<i>Referral</i> (por <i>link</i>)	591	00:02:52
Direto	327	00:02:01
Orgânico	238	00:04:14

Fonte: extraído da ferramenta Google Analytics (2016)

O canal de tráfego *Referral*, ou por *links*, apresentou 591 visualizações da página. Isto quer dizer que o método mais eficiente para levar pessoas diretamente a

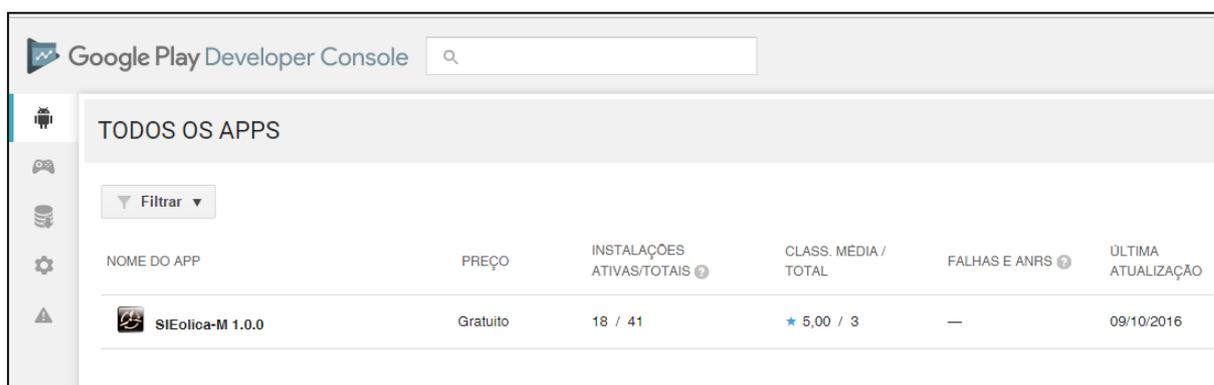
realizar simulações em SIEolica foi por *links* inseridos em páginas estratégicas, neste caso, de instituições como UFSM e CEPEL.

Ao mesmo tempo percebe-se que as pessoas que tendem a permanecer por mais tempo nesta página do aplicativo de simulação são as originárias do canal Orgânico, quando o usuário usa alguma página de busca para chegar ao local desejado.

4.2.4. Resultados relacionados ao SIEolica-M

O aplicativo de simulação SIEolica-M, versão do SIEolica *web* para dispositivos móveis, foi disponibilizado ao público no dia 9 de outubro de 2016 e sua distribuição foi avaliada até o dia 27 de novembro de 2016, perfazendo 50 dias. Neste período, 41 instalações foram feitas, estando 18 ativas e 23 desinstaladas dos dispositivos, conforme a Figura 68.

Figura 68 - Instalações/desinstalações SIEolica-M



NOME DO APP	PREÇO	INSTALAÇÕES ATIVAS/TOTAIS	CLASS. MEDIA / TOTAL	FALHAS E ANRS	ÚLTIMA ATUALIZAÇÃO
SIEolica-M 1.0.0	Gratuito	18 / 41	★ 5,00 / 3	—	09/10/2016

Fonte: extraído da ferramenta Google Play Developer Consoler (2016)

Acredita-se que o baixo número de instalações, em relação ao número de simulações realizadas no SIEolica *web*, tenha relação com o pouco tempo em que ficou disponível e por não haver um programa de divulgação associado ao produto, como houve com SIEolica *web*.

A Figura 69 mostra o gráfico de evolução das instalações por usuário, desde a publicação do aplicativo até o dia 27 de novembro.

Figura 69 - Instalações por usuários em função do tempo

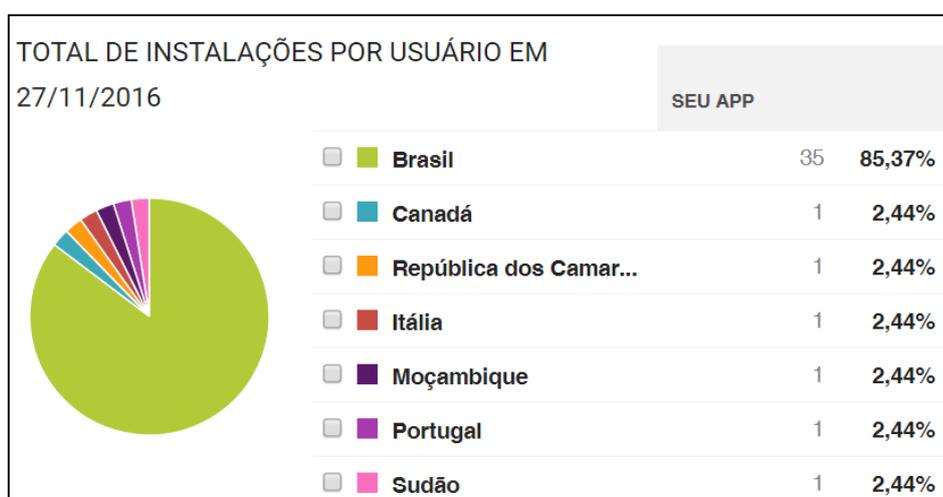


Fonte: extraído da ferramenta Google Play Developer Consoler (2016)

Pode-se ver no gráfico da Figura 69a curva ascendente, na cor azul, que confirma que o número de instalações é relativamente baixo por causa do curto período de tempo em que está disponível.

O aplicativo SIEolica-M tem como país alvo e país sede do desenvolvimento o Brasil. Por esse motivo o maior número de instalações foi feita por usuários brasileiros. A Figura 70 mostra o número de instalações por país.

Figura 70 - Instalações do SIEolica-M por país



Fonte: extraído da ferramenta Google Play Developer Consoler (2016)

4.3. RESULTADOS DO FORMULÁRIO (AVALIAÇÃO PELO PÚBLICO)

O sistema SIEolica foi rastreado com a ferramenta Google Analytics e foi avaliado por um questionário *online* com quatro perguntas.

O questionário consiste em um instrumento de coleta de dados sobre o aplicativo e sua eficiência em conduzir ao usuário a considerar investir em produção própria de energia. O formulário com as questões propostas, assim como a autorização do CEPE (Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS) para sua aplicação, encontra-se no anexo A desta tese.

A identidade visual do questionário foi proposta para seguir a do sistema SIEolica, com o logotipo e as mesmas cores. Foi inserido o número de autorização do questionário por parte do Comitê de Ética em Pesquisas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e um *link* para o aplicativo de simulação. Desta maneira fica conveniente para usuários que precisarem verificar algum detalhe no aplicativo antes de responder uma das quatro questões (Figura 71).

Figura 71 - Detalhe formulário de avaliação



The image shows a screenshot of a web-based evaluation form for the SIEolica application. The form is displayed on a dark background with the SIEolica logo in the top left corner. The form itself has a white background with an orange border. The title of the form is 'Avaliação do APP SIEolica'. Below the title, there is a paragraph of text: 'Responda rapidamente este formulário e nos ajude a melhorar este Sistema de Informação. Mas antes de responder, caso você ainda não tenha feito uma simulação, acesse www.ufrgs.br/sieolica e faça uma simulação. *Formulário com autorização do CEP/UFRGS nº 1.739.342'. Below this text, there is a question: 'Indique o nível de relevância do aplicativo de acordo com a situação econômica atual e referente ao consumo de energia elétrica'. At the bottom of the form, there is a radio button next to the option '1 - Irrelevante'. There is also a small orange button in the top right corner of the form area.

Fonte: extraído da ferramenta Google Formulários (2016)

O acesso ao questionário pode ser feito através de um botão inserido na página do aplicativo de simulação do SIEolica *web-based* (Figura 72A) assim como no SIEolica-M (Figura 72B).

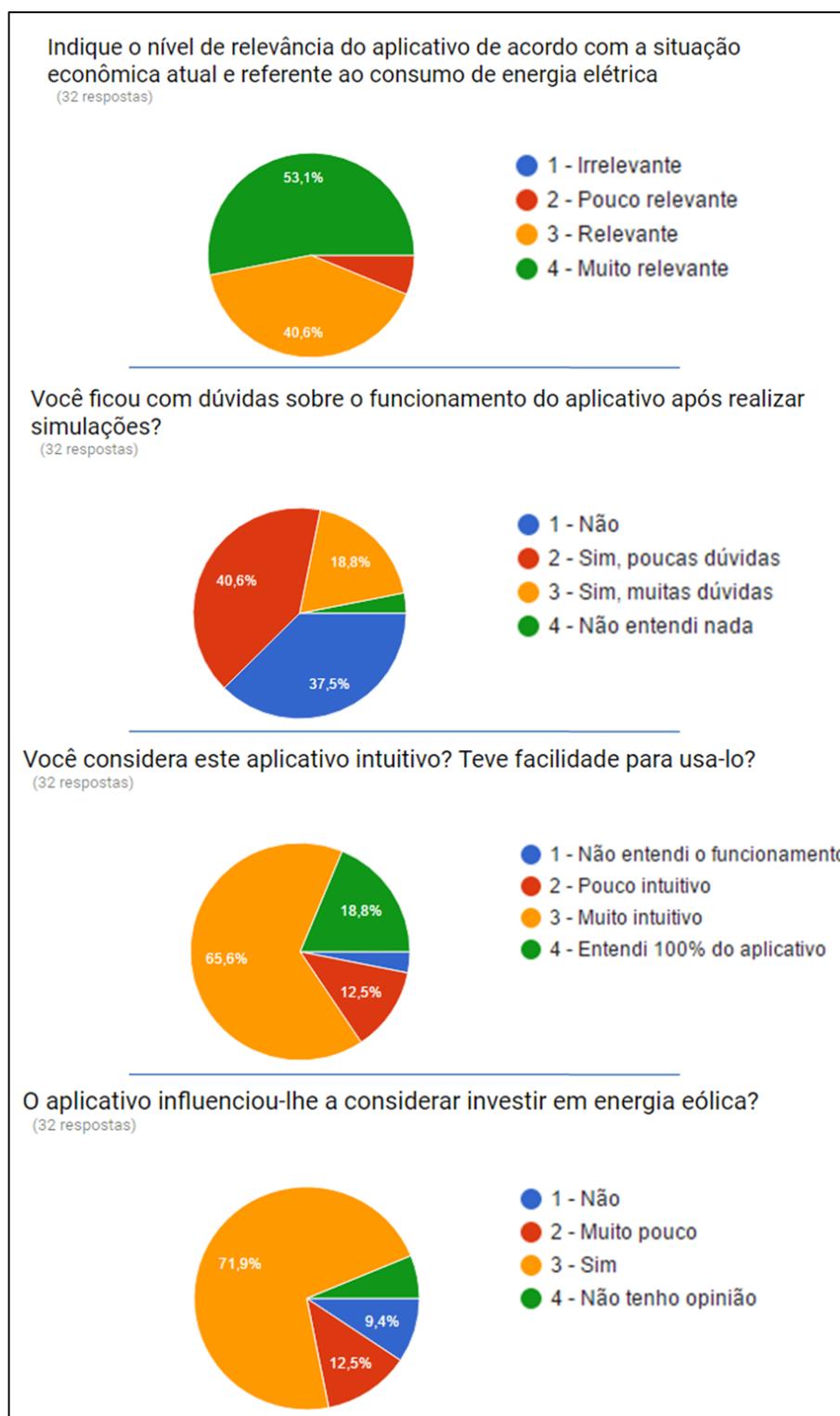
Figura 72 - Acesso ao formulário do questionário



Fonte: dados da pesquisa

O questionário obteve 32 respostas no período de 23 de março de 2016 a 20 de novembro do mesmo ano. A Figura 73 apresenta o formulário do questionário e gráficos com os resultados obtidos no período.

Figura 73 - Respostas ao questionário



Fonte: extraído da ferramenta Google Formulários (2016)

A primeira questão diz respeito ao nível de relevância do aplicativo em relação a situação atual e referente ao consumo de eletricidade. Mais da metade dos que responderam consideram o aplicativo muito relevante, reforçando afirmação da

importância de haver alternativas às formas tradicionais de relação geração versus consumo de energia elétrica.

As duas questões seguintes são relacionadas à experiência do usuário com o sistema. Primeiramente sobre possíveis dúvidas em relação ao funcionamento do aplicativo de simulação. Nesta questão nota-se que a maior parte das pessoas que responderam ficou com poucas dúvidas e um pouco mais de um terço não ficou com dúvidas. Neste sentido, apesar de o aplicativo ter sido projetado para usuários sem conhecimentos no assunto, deve-se prever uma linguagem mais simples e abordagens que permitam melhor entendimento de todas as partes do aplicativo, pois seu funcionamento é sequencial.

A terceira questão é também relacionada à usabilidade, se o aplicativo é intuitivo e se usuários tiveram facilidade de usá-lo. Nesta questão, quase dois terços responderam que consideram o aplicativo muito intuitivo, porém menos de 20% responderam que entenderam 100% do funcionamento do aplicativo. Este dado é importante, pois 80% dos usuários que responderam deixaram de usufruir de todo o aplicativo por não entender alguma parte. Apesar disso, considera-se satisfatória a experiência dos usuários em termos de eficiência na interação, uma vez que o aplicativo está em sua primeira versão (de avaliação) e este questionário é o primeiro a fornecer um conjunto de respostas com características avaliativas.

A última pergunta refere-se ao objetivo principal desta pesquisa. SIEólica é um sistema de informação e seu simulador foi elaborado para esclarecer dúvidas comuns sobre geração própria de energia com turbina eólica. Na quarta questão, quase 85% das pessoas que responderam consideram que o aplicativo teve alguma influência para pensar em investir em energia eólica. De fato, para a amostragem deste questionário, considera-se satisfatório tal número.

5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Neste capítulo serão apresentadas as conclusões desta pesquisa e algumas sugestões para futuros trabalhos de pesquisa acadêmica.

5.1. CONCLUSÕES

A presente tese apresentou um estudo elaborado a partir do reconhecimento de um problema, que por um ponto de vista pôde ser tratado como uma oportunidade. Neste sentido a pesquisa em design permitiu o desenvolvimento da metodologia que orientou a elaboração de um produto para atender uma demanda específica constatada.

A geração própria de energia elétrica produz benefícios financeiros e ambientais. Tais benefícios dependem de diversos fatores envolvidos nessa atividade. Ao gerar sua própria energia com TEPP, qualquer proponente deve estar ciente de que um conjunto de atividades deve ser elaborado, assim como uma quantidade de informações deve estar presente para não haver riscos de perdas.

Um dos principais problemas, nesse caso, é a desinformação acerca do tema geração distribuída. Existe legislação específica, agentes e instituições governamentais que regulam a produção de energia no Brasil, porém a falta de informação leva ao desconhecimento de ganhos como o retorno financeiro ao investir em uma turbina para geração própria, por exemplo. Este pode ser um dos principais fatores pela qual há pouca aderência a esta prática no Brasil.

Ao expor tal problema, fica claro que existe uma oportunidade para realização de uma pesquisa acadêmica onde seja possível desenvolver, sob a ótica do design, soluções para o problema da desinformação.

O estudo aqui proposto foi realizado considerando duas abordagens: uma relacionada à energia eólica e outra relacionada a sistemas de informação. Ao conhecer algumas propriedades do funcionamento de turbinas eólicas de pequeno porte, foi possível desenvolver um sistema de informação com objetivo de divulgar benefícios da geração distribuída de energia elétrica.

O sistema foi desenvolvido em linguagens HTML, JavaScript e CSS, adequadas para estar baseado na internet, sendo um sistema *web-based*. As principais características levadas em conta no desenvolvimento foram leveza, velocidade e acesso direto, sem barreiras.

Como resultado, tem-se a produção de um sistema de informação com um aplicativo de simulação onde usuários podem simular o uso de uma TEPP para gerar sua energia. Além do aplicativo de simulação versão *web*, tem-se o desenvolvimento de um aplicativo para dispositivos móveis com sistema operacional Android. Este aplicativo é similar, em funcionamento e parte da interface, ao aplicativo *web-based*, com a diferença que pode funcionar em dispositivos *offline*, independente de conexão com a internet.

Após a produção dos dois sistemas (SIEolica e SIEolica-M), foram realizados testes de utilização e posteriormente os mesmos foram lançados como produto de pesquisa acadêmica. Primeiramente o aplicativo *web* foi disponibilizado em um servidor da UFRGS para acesso gratuito. Após alguns meses, foi disponibilizado o aplicativo SIEolica-M para dispositivos móveis.

Ambos os aplicativos foram monitorados com auxílio de ferramentas *online* para tal atividade. Em relação ao SIEolica, foram adquiridas informações acerca de acessos, tempo de interação, localização dos acessos entre outros parâmetros. Para SIEolica-M foram contabilizadas as instalações em *smartphones* e em *tablets* e os países onde foram feitas as instalações. Além disso, foi proposto um questionário onde usuários puderam responder sobre sua experiência com o aplicativo de simulação e a eficiência do sistema de informação como um todo.

O número de simulações realizadas no aplicativo *web* foi considerado alto em relação ao número de instalações do SIEolica-M. Primeiro pelo fato de o tempo de disponibilidade ser diferente: quase oito meses para o aplicativo *web* e pouco mais de um mês para o aplicativo *mobile*. Além disso, o aplicativo *web* pode ser acessado com todas as funcionalidades em dispositivos móveis também, sem a necessidade de instalação. Ainda, a natureza do aplicativo o torna melhor visualizado em telas com dimensões maiores em relação às de *smartphones*.

Em relação à aplicação do questionário, pode-se concluir que as perguntas relacionadas ao funcionamento do aplicativo (2º e 3º perguntas) obtiveram respostas positivas. Já as questões sobre a importância do aplicativo obtiveram também respostas positivas, o que corrobora com os números de simulações realizadas no sistema, considerado alto. Entretanto o número de respostas ao questionário proposto foi considerado baixo em relação ao número de usuários que realizou simulações, mesmo que o questionário tenha sido disponibilizado com acesso direto a partir da página do aplicativo de simulação.

Conclui-se que os usuários que realizaram simulação obtiveram informações suficientes para considerar investir em geração de energia eólica, uma vez que quase 72% das respostas à última pergunta do questionário foram positivas.

Por fim, pelos resultados apresentados, entende-se que se um número grande de pessoas obtiver informações sobre benefícios da geração distribuída no Brasil, um número grande de pessoas pode considerar instalar um aerogerador para produzir sua própria energia. Um primeiro passo pode ter sido dado com a criação do sistema SIEólica, mas uma responsabilidade maior deve ser assumida pelos órgãos responsáveis pelo setor energético brasileiro, aprimorando a divulgação de tais benefícios.

5.2. SUGESTÕES

O desenvolvimento do sistema SIEólica foi realizado a partir de um método elaborado especificamente para este produto. Os aspectos relacionados à interface do aplicativo foram estudados com um nível de profundidade relativo ao escopo da pesquisa, ou seja, esta parte não foi abordada com maior profundidade. Esta é uma oportunidade para um aprofundamento relativo a este tema.

Outra sugestão para futuros trabalhos seria a implementação de um módulo para geração híbrida de energia no SIEólica, incluindo condições para realização de simulações por fonte solar e eólica. Para isso, deve-se realizar uma investigação acerca das particularidades da conversão de energia através de painéis solares fotovoltaicos.

Ainda como sugestão, cita-se a possibilidade de um aumento no número de parâmetros do aplicativo, a fim de contemplar uma gama maior de possibilidades de simulações. O número de aparelhos consumidores de energia elétrica que os usuários escolhem, a quantidade de características de uma turbina eólica fruto de simulações, a quantidade de opções de turbinas comerciais para escolha do usuário e etc. Todos estes fatores podem ser implementados a partir de uma revisão dos códigos do aplicativo.

Cabe ressaltar as possibilidades de *upgrade* de SIEólica e SIEólica-M. Em SIEólica cabem diversas automatizações. Um exemplo pode ser a elaboração de um banco de dados que serviria para funções como a de apresentar condições de vento em um local a partir da escolha do usuário. Outra seria a apresentação do preço do

kWh da concessionária que atende a região do usuário, a partir de uma escolha em um menu ou barra de ferramenta.

Em relação ao SIEolica-M, destaca-se como sugestões todas as anteriores relatadas para o aplicativo de simulação do SIEolica, acrescentando especificidades de aplicativos para dispositivos móveis. Além disso, a elaboração do aplicativo para outras plataformas como iOS, Windows Phone, entre outras.

Em relação às avaliações do sistema proposto, por se tratar de um sistema de informação, sugere-se a realização de testes de usabilidade em laboratórios específicos, para verificar detalhes que possam ser melhorados para incrementar o número de acessos e aumentar o entendimento geral do aplicativo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEEÓLICA (Brasil). Associação Brasileira de Energia Eólica (Comp.). **Boletim de Dados**. São Paulo: ABEEólica, 2014. 9 p. (Agosto/2014).

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO/IEC 9126** Engenharia de software - Qualidade de produto. Rio de Janeiro. 2003.

_____. **NBR ISO 9241-10 (1996)**, substituída pela NBR ISO 9241-110 em 2006. Requisitos ergonômicos para o trabalho com dispositivos de interação visual Parte 110: Ergonomia de interação humano-sistema. Rio de Janeiro. 2006.

_____. **NBR ISO 9241-11** Requisitos ergonômicos para o trabalho com dispositivos de interação visual Parte 11: Orientações sobre usabilidade. Rio de Janeiro. 2011.

_____. **NBR ISO 14915** Ergonomia de software para interfaces de usuário multimídia Parte 1: Princípios de design e frameworks. Rio de Janeiro. 2002.

_____. **NBR ISO 13407 (1999)**, substituída pela NBR ISO 9241-210 em 2010. Ergonomia de interação humano-sistema parte 210: Design centrado no homem para sistemas interativos. Rio de Janeiro. 2010.

_____. **NBR ISO/IEC12119 (1998)**, substituída pela NBR ISO/IEC 25051 em 2008. Engenharia de software - Requisitos e avaliação da qualidade de produto de software. Rio de Janeiro. 2008.

_____. **NBR ISO/IEC14598-4** Engenharia de software - Avaliação de produto Parte 4: Processo para adquirentes. Rio de Janeiro. 2003.

ABRADEE. Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica. **Relação de concessionárias de energia elétrica**. Disponível em: <<http://abradee.org.br>>. Acesso em: 17 ago. 2016.

ACOT, P. Breve história do Clima. **Ciência e Ambiente**. Campinas SP. v34, p13-24. 2007.

Adobe Systems Software Ireland Ltd. **Adobe Flex**. Website oficial, em português, do Adobe Flex. Disponível em: <<http://www.adobe.com/br/products/flex.html>>. Acesso em: 03 ago. 2016.

AGUILAR, L. J. **Fundamentos de Programação**: Algoritmos, estruturas de dados e objetos. AMGH Editora, 2008.

ALÉ, J. V.; LOPES, H. F.; WENZEL, G. M. **Estudo da implementação de sistema eólico em prédio da empresa Auxiliadora Predial**. In: IV CONEM – Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, Recife, Brasil. 2006.

ALÉ, J. V.; ROSSI, P. H. J.; OLIVEIRA, C. P. **Centro de Energia Eólica – PUC-RS: Perguntas Frequentes sobre Energia Eólica**. Disponível em: <<http://www.pucrs.br/ce-eolica/faq.php?q=26#26>>. Acesso em: 16 dez. 2016.

BAHAJ, A. S.; MYERS, L.; JAMES, P. A. B. **Urban energy generation**: Influence of micro-wind turbine output on electricity consumption in buildings. *Energy and Buildings*, v. 39, n. 2, p. 154-165, 2007.

BARBOSA FILHO, W. P.; DE AZEVEDO, A. C. S. **Geração distribuída**: vantagens e desvantagens. II Simpósio de Estudos e Pesquisas em Ciências Ambientais na Amazônia, 2013.

BAXTER, M. **Projeto de produto**: guia prático para o design de novos produtos. Edgard Blucher, 2011.

BELMONTE, L. D.; SCANDELARY, L. **Novo ponto de vista na criação de sistemas com aplicação de modelos de qualidade para software**. XI SIMPEP. São Paulo, v. 10, 2004.

BOLCHINI, D. **Web Design Patterns**: improving quality and performance in Web Application design. Universit della Svizzera Italiana – USI, Communication Sciences – Thesis. Lugano, 2000.

BONSIEPE, G.; DUTRA, C. **Design**: do material ao digital. FIESC/IEL, 1997.

BRASIL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução nº482 de 17 de abril de 2012**. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 16 jul. 2014a.

_____, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Banco de Informações de Geração 2014**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 26 ago. 2014b.

_____, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução nº687 de 24 de novembro de 2015**. Altera a Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012, e os Módulos 1 e 3 dos Procedimentos de Distribuição – PRODIST. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 03 jul. 2016a.

_____, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Composição da tarifa**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 17 jul. 2016b.

_____, CCEE. Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (Org.). **Panorama CCEE 2014**. Brasília: CCEE, 2014. 36 slides, color.

_____, Empresa de Pesquisa Energética - EPE. **Balanco Energético Nacional 2016** - Relatório Síntese Ano Base 2015. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads-/S%C3%ADntese%20do%20Relat%C3%B3rio%20Final_2016_Web.pdf>. Acesso em: 14 set. 2016.

_____, Empresa de Pesquisa Energética - EPE. **Anuário estatístico de energia elétrica 2013** – Rio de Janeiro, 2013.

_____, Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Planilha do Fator Médio Mensal de emissões de CO2**. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/321144.html>>. Acesso em: 22 maio 2016.

CALVERA, A. **Treinando pesquisadores para o design**: algumas considerações e muitas preocupações acadêmicas. Revista Design em Foco, v. 3, n. 1, p. 97-120, 2006.

CARVALHO, B. V.; MELLO, C. H. P. **Aplicação do método ágil scrum no desenvolvimento de produtos de software em uma pequena empresa de base tecnológica**. Gestão & Produção, v. 19, n. 3, p. 557-573, 2012.

Companhia Estadual de Energia Elétrica – CEEE. **Simulador de consumo**. Disponível em: <<http://www.ceee.com.br/pportal/ceee/Component/Controller.aspx?CC=1221>>. Acesso em: 10 jul. 2016.

CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais. **História da Eletricidade no Brasil**. Disponível em: <http://www.cemig.com.br/pt-br/a_cemig/Nossa_Historia/Paginas/-historia_da_eletricidade_no_brasil.aspx>. Acesso em: 10 ago. 2016

Centrais Elétricas Brasileiras S.A. – Eletrobras (Org.). **Energia elétrica no Brasil**: breve histórico (1880-2001). Rio de Janeiro: Centro da Memória da Eletricidade no Brasil, 2001.

CGEE (Brasil). Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (Org.). **Redes elétricas inteligentes**: contexto nacional. Brasília: Tatiana de Carvalho Pires, 2012. 172 p.

CHAVES, A. A. **Modelagens exata e heurística para resolução do problema do caixeiro viajante com coleta de prêmios**. TCC Trabalho de Conclusão de Curso (graduação). Universidade Federal de Ouro Preto, 2003.

COLLINS, E. F.; LOBÃO, L. M. A. **Experiência em Automação do Processo de Testes em Ambiente Ágil com SCRUM e ferramentas Open Source**. IX Simpósio Brasileiro de Qualidade de Software, 2010.

CONTE, T.; MENDES, E.; TRAVASSOS, G. H. **Processos de desenvolvimento para aplicações web**: Uma revisão sistemática. In: Proceedings of the 11th Brazilian Symposium on Multimedia and Web (WebMedia 2005). 2005. p. 107-116.

CORRÊA, P. E. **Ferramenta computacional interativa para a elaboração de mapas conceituais integrada no HyperCAL online para a produção de objetos de aprendizagem**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, PgDesign, 2012.

COSTA, L. F.; RAMALHO, F. A. **A usabilidade nos estudos de uso da informação**: em cena, usuários e sistemas interativos de informação. *Perspectivas em Ciência da Informação*, v. 15, n. 1, p. 92-117, 2010.

CPFL (Brasil). Companhia Paulista de Força e Luz. **Relatório Anual**. Disponível em: <<http://www.cpfl.com.br>>. Acesso em: 15 ago. 2014.

CRESESB – **Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito**. Disponível em:<www.cresesb.cepel.br>. Acesso em: 24 fev. 2009.

CYBIS, W. **Ergonomia e usabilidade**: conhecimentos, métodos e aplicações. São Paulo: Novatec Editora, 2007.

Dicionário *online* **Priberam**. Disponível em:<<http://www.priberam.pt>>. Acesso em: 22 nov. 2016.

DINIZ, R. L. **A Pós-Graduação em Design no Brasil**: proposta de mestrado oferecida pela Universidade Federal do Maranhão (UFMA). *Estudos em Design*, v. 22, n. 3, p. 57-69, 2014.

DJANGO. **Django Software Foundation**. *Website* oficial do Django. Disponível em: <<https://www.djangoproject.com/>>. Acesso em 15 ago. 2016.

DUTRA, R. M.; PEREIRA, M.G.; MONTEZANO, B. E. M. 2015a. **Aerogeradores de Pequeno Porte**: Percepção dos Potenciais Consumidores. Informe Técnico 01 – Mercado de Aerogeradores de Pequeno Porte. Disponível em: <http://www.cresesb-cepel.br/app/download/MAPP_Informe_tecnico_01-Percepcao_dos_Potenciais_Consumidores_v01.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2016.

DUTRA, R. M.; PEREIRA, M.G.; MONTEZANO, B. E. M. 2015b. **Aerogeradores de Pequeno Porte**: Percepção dos Potenciais Consumidores. Informe Técnico 02 – Mercado de Aerogeradores de Pequeno Porte. Disponível em: <<http://www.cresesb-cepel.br/app/download/MAPP%20Informe%20tecnico%2002.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2016.

E.I.A. **International Energy Outlook 2009**. Energy Information Administration. Washington, D.C, p.274. 2009.

ENERGISA. **Simulador de consumo**. Disponível em: <<http://www.energisa.com.br/Paginas/simulador-de-consumo.aspx>>. Acesso em: 10 jul. 2016.

ENERGY GREEN (*Software*). Disponível em: <<http://energygreenbrasil.com.br/>>. Acesso em: 11 ago. 2016.

FELTRIN, P. P.; CANAL, A. P. **Uma revisão sobre métodos aproximativos para problemas de otimização computacional**. XIX Simpósio de Ensino, Pesquisa e Extensão SEPE-UNIFRA, Santa Maria. 2015.

FERREIRA, A. B. H. **Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa**. Segunda Edição – revista e ampliada. Editora Nova Fronteira, 1986.

FERREIRA, K. A. M.; DRUMOND, E. C. **Normas ISO para Usabilidade**. Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG. Departamento de Ciência da Computação, Especialização em Engenharia de Software, 2002.

FERREIRA, R. **Desenvolvimento de uma aplicação web padrão MVC utilizando Django e Flex**. TCC Trabalho de Conclusão de Curso (graduação). Sociedade Educacional de Santa Catarina, Joinville. 2009.

FORTMANN-ROE, S. Insight Maker: **A general-purpose tool for web-based modelling & simulation**. Simulation Modelling Practice and Theory, v. 47, p. 28-45, 2014.

FRIEDMAN, K. **Theory construction in design research**: criteria: approaches, and methods. Design studies, v. 24, n. 6, p. 507-522, 2003.

FURNAS Centrais Elétricas S.A. **Simulador de consumo**. Disponível em: <<http://www.furnas.com.br/simulador/index.htm>>. Acesso em: 11 ago. 2016.

GITHUB: Social Coding. Disponível em: <<http://github.com/>>. Acesso em: 22 nov. 2016.

GONÇALVES, L. S. **Sistemas de Informações Gerenciais**. IESDE Brasil, 2006.

GONÇALVES, R. F. et al. **Uma proposta de processo de produção de aplicações Web**. Revista Produção, v. 15, n. 3, p. 376-389, 2005.

GOOGLE. **Project Sunroof**. Disponível em: <<https://www.google.com/get/sunroof#p=0>>. Acesso em: 11 ago. 2016.

GWEC – Global Wind Energy Council. **Global Wind 2013 Report**. Bélgica: Ed. Lauha F. et al, 2013.

HANSEN, M. O. L. **Aerodynamics of Wind Turbines**. United Kingdom: Ed. Earthscan, 2000.

HAU, E. **Wind turbines**: fundamentals, technologies, applications, economics. Alemanha: Ed. Birkhäuser, 2006.

HOMER Energy LLC. **HOMER Pro** microgrid software – versão trial. Disponível em: < http://www.homerenergy.com/HOMER_pro.html>. Acesso em: 11 ago. 2016.

HORN R. E. **Information design**: Emergence of a new profession. In: Information Design. Cambridge: MIT Press, p. 15-33.1999.

HUIZINGH, E. K. R. E. **The content and design of web sites**: an empirical study. Information & Management, v. 37, n. 3, p. 123-134, 2000.

IBPGC - **Instituto Brasileiro de Pesquisa e Gestão de Carbono** (INSTITUTO CO₂ ZERO). Disponível em:<<http://www.co2zero.eco.br/sobre-o-instituto-co2zero/>>. Acesso em: 15 jul. 2016.

IDEAL - **Instituto para o Desenvolvimento de Energias Alternativas na América Latina**. Disponível em: < <http://institutoideal.org/>>. Acesso em: 15 jul. 2016.

IEEE Std. 610.12 **IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology**. The Institute of Electrical and Electronics Engineers. New York, 1990.

IGNÁCIO, E. **Fontes Alternativas de Energia**. Núcleo José Reis de divulgação científica – ECA/USP. 2007, ano 7, n° 39. São Paulo/SP, 2007.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION - **IEC 61400-2**: Wind Turbines – Part 2: Design requirements for small wind turbines. 2 ed. Genova: IEC, 2006.

INSTITUTO NACIONAL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA -INEE. **Notas sobre geração Distribuída**. Disponível em: <http://www.inee.org.br/down_loads/forum/Notas%20-sobre%20GD.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2016.

ISAKOWITZ T.; STOHR E.; BALASUBRAMANIAN P. **RMM: A methodology for Structured Hypermedia Design**. Communication of ACM, v. 38, n. 8. 1995.

JADHAV, L. S.; SODAWALA, B. A. **Study of MVC architecture and implementation**. International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology, v. 4.2015.

KAMINSKI, C. P. **Desenvolvendo produtos com planejamento, criatividade e qualidade**. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

LIGHT SERVIÇOS DE ELETRICIDADE S.A. **Simulador de consumo da Light**. Disponível em: < <http://www.light.com.br/pararesidencias/Simuladores/consumo.aspx>>. Acesso em: 10 jul. 2016.

LIMA, D. P. **Usabilidade na web**. Universidade do Estado de Santa Catarina. Departamento de Ciências da Computação, 2011.

LOUDON, K. **Desenvolvimento de grandes aplicações Web**. Novatec, 2010.

MARTINS, F. R.; GUARNIERI, R. A.; PEREIRA, E. B. **O aproveitamento da energia eólica**. Revista Brasileira de Ensino de Física. V.30, Artigo nº 1304, 2008.

MEDEIROS, M. A. **ISO 9241: uma proposta de utilização da norma para avaliação do grau de satisfação de usuários de software**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, 1999.

MEMÓRIA, F. **Design para a internet**. Elsevier Brasil, 2006.

MONÉ, C.; STEHLY, T.; MAPLES, B. e SETTLE, E. 2014 **Cost of wind energy review**. NREL – National Renewable Energy Laboratory. Relatório NREL/TP-6A20-64281. 2015.

NIELSEN NORMAN GROUP. **10 Usability Heuristics for User Interface Design**. Disponível em <<https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>>. Acesso em: 15 jul. 2016.

NIELSEN, J.; LORANGER, H. **Usabilidade na web: projetando websites com qualidade**. Rio de Janeiro: Campus, 2007.

NOTEPAD ++. **Editor de código grátis**. Disponível em <<https://notepad-plus-plus.org/>>. Acesso em: 05 jan. 2015.

PECHANSKY, R. **Um modelo baseado em princípios de usabilidade para aplicação em interfaces de usuário para a interação humano-computador**. 201 p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curso de Pós-Graduação em Design. 2011.

PIRES, J. C. P. **Estudo de rotor para turbina eólica de eixo horizontal de pequeno porte com aplicação de modelagem e simulação virtual**. 102 p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curso de Pós-Graduação em Design. 2010.

PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. **Design de interação: além da interação homem-computador**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

PRESSMAN, R. S. **Engenharia de Software**. EUA: Bookman, 752p. 2006.

QUINTÃO, F. S.; TRISKA, R. **Design de informação em interfaces digitais: origens, definições e fundamentos**. Revista Brasileira de Design da Informação, 2013.

REIS, M. M.; OLIVEIRA, D. S.; CARVALHO, P. C. M. **Estudo da viabilidade econômica de geradores eólicos de pequeno porte no modo autônomo**. Simpósio Brasileiro de Sistemas Elétricos, v. 1, 2006.

RIC-BT. **Regulamento de Instalações Consumidoras de Baixa Tensão**, 2012. Disponível em: <<http://www.ceee.com.br/pportal/ceee/Component/Controller.aspx?-CC=12292>>. Acesso em: 20 nov. 2014.

SZABLUK, D. **As competências da equipe de projeto no processo de desenvolvimento de aplicações web**. 140 p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curso de Pós-Graduação em Design. 2011.

SAYÃO, L. F. **Modelos teóricos em Ciência da Informação: abstração e método científico**. *Ciência da informação*, v. 30, n. 1, p. 82-91, 2001.

SOARES, M. S. **Metodologias ágeis extreme programming e scrum para o desenvolvimento de software**. *Revista Eletrônica de Sistemas de Informação* ISSN 1677-3071 doi: 10.5329/RESI, v. 3, n. 1, 2004.

SERRANO, N.; AROZTEGI, J. P. **Ajax frameworks in interactive web apps**. *IEEE software*, v. 24, n. 5, p. 12-14, 2007.

SUTCLIFFE, A. **Assessing the reliability of heuristic evaluation for Web site attractiveness and usability**. In: *System Sciences, 2002. HICSS. Proceedings of the 35th Annual Hawaii International Conference on*. IEEE, p. 1838-1847, 2002.

TAIVALSAARI, A.; MIKKONEN, T. **From Apps to Liquid Multi-Device Software**. *Procedia Computer Science*, v. 56, p. 34-40, 2015.

TELES, V. M. **Extreme Programming: Aprenda como encantar seus usuários desenvolvendo software com agilidade e alta qualidade**. São Paulo: Novatec, 2004.

THOMAZ, F. E. **Estudo do framework Django e da sua utilização no desenvolvimento de uma aplicação web para o controle de alocação dos professores do instituto superior Tupy**. TCC Trabalho de Conclusão de Curso (graduação). Sociedade Educacional de Santa Catarina, Joinville. 2007.

THOMAS, D.; HANSSON, D. H. **Agile Web Development with Rails**. 2a. ed. Dallas: The Pragmatic Programmers LLC, 2007.

World Wide Web **Consortium W3C**. Disponível em: <<http://www.w3c.br/Padroes-WebDesignAplicacoes>>. Acesso em: 10 ago. 2016.

Wood, D. **Small Wind Turbine**. Springer: Canada. 2011.

ANEXO A

Neste anexo encontra-se o formulário do questionário elaborado para esta pesquisa. Este formulário está disponível para respostas no endereço: <http://goo.gl/forms-/4zSFEH8Erc>. Encontra-se também o Parecer Consubstanciado número 1.739.342 do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul que autoriza a aplicação do referido questionário como instrumento de coleta de dados desta pesquisa acadêmica. O parecer encontra-se inserido na Plataforma Brasil do Ministério da Saúde do Brasil.

Avaliação do APP SIEolica

Responda rapidamente este formulário e nos ajude a melhorar este Sistema de Informação. Mas antes de responder, caso você ainda não tenha feito uma simulação, acesse www.ufrgs.br/sieolica e faça uma simulação.

*Formulário com autorização do CEP/UFRGS nº 1.739.342

Indique o nível de relevância do aplicativo de acordo com a situação econômica atual e referente ao consumo de energia elétrica

- 1 - Irrelevante
- 2 - Pouco relevante
- 3 - Relevante
- 4 - Muito relevante

Você ficou com dúvidas sobre o funcionamento do aplicativo após realizar simulações?

- 1 - Não
- 2 - Sim, poucas dúvidas
- 3 - Sim, muitas dúvidas
- 4 - Não entendi nada

Você considera este aplicativo intuitivo? Teve facilidade para usá-lo?

- 1 - Não entendi o funcionamento
- 2 - Pouco intuitivo
- 3 - Muito intuitivo
- 4 - Entendi 100% do aplicativo

O aplicativo influenciou-lhe a considerar investir em energia eólica?

1 - Não

2 - Muito pouco

3 - Sim

4 - Não tenho opinião

Parecer Consubstanciado CEPE/UFRGS

	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL / PRÓ- REITORIA DE PESQUISA -													
PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP														
DADOS DO PROJETO DE PESQUISA														
Título da Pesquisa: SISTEMA DE INFORMACAO PARA GERACAO DISTRIBUIDA DE ENERGIA ATRAVES DE ENERGIA EOLICA														
Pesquisador: Branca Freitas de Oliveira														
Área Temática:														
Versão: 2														
CAAE: 58290316.1.0000.5347														
Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL														
Patrocinador Principal: Financiamento Próprio														
DADOS DO PARECER														
Número do Parecer: 1.739.342														
Apresentação do Projeto:														
<p>O projeto trata-se de uma pesquisa para desenvolvimento de um sistema de informação para geração distribuída de energia elétrica, contando com um aplicativo de simulação de geração com turbina eólica de pequeno porte.</p>														
Objetivo da Pesquisa:														
<p>Pretende-se nesta pesquisa desenvolver um sistema de informação que mostre os benefícios da utilização de geração distribuída de energia elétrica. Este sistema terá um aplicativo que irá informar, responder e auxiliar ao usuário a montar um projeto de microgeração de energia com turbina eólica de pequeno porte. O sistema é essencialmente informativo, logo deve ser disponibilizado para o maior número de pessoas possível. A primeira versão do aplicativo terá caráter avaliativo, necessitando assim de feedback de usuários.</p>														
Avaliação dos Riscos e Benefícios:														
<p>Não há riscos diretos e os benefícios envolvem a aquisição de informações sobre a geração própria de energia elétrica.</p>														
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td colspan="3">Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro</td> </tr> <tr> <td>Bairro: Farroupilha</td> <td colspan="2">CEP: 90.040-060</td> </tr> <tr> <td>UF: RS</td> <td colspan="2">Município: PORTO ALEGRE</td> </tr> <tr> <td>Telefone: (51)3308-3738</td> <td>Fax: (51)3308-4085</td> <td>E-mail: etica@propesq.ufrgs.br</td> </tr> </table>			Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro			Bairro: Farroupilha	CEP: 90.040-060		UF: RS	Município: PORTO ALEGRE		Telefone: (51)3308-3738	Fax: (51)3308-4085	E-mail: etica@propesq.ufrgs.br
Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro														
Bairro: Farroupilha	CEP: 90.040-060													
UF: RS	Município: PORTO ALEGRE													
Telefone: (51)3308-3738	Fax: (51)3308-4085	E-mail: etica@propesq.ufrgs.br												
Página 01 de 03														



UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO GRANDE DO SUL / PRÓ-
REITORIA DE PESQUISA -



Continuação do Parecer: 1.739.342

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

No retorno das pendências verifica-se a especificação metodológica, a qual propõe a coleta de dados através de questionário com perguntas, a um grupo amostral de 200, sobre a interface do sistema e sobre o conteúdo do sistema de informação, incluindo questões sobre o uso do aplicativo de simulação. Os dados do questionário servirão para avaliação do sistema e elaboração de possíveis melhorias. Os dados serão divulgados na Tese de Doutorado em Design de Julio Cesar Pinheiro Pires. Desfecho Primário: Possíveis melhorias no conhecimento da população sobre benefícios da geração distribuída de energia elétrica.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Propõe-se dispensa do TCLE, pois considera-se que o questionário a ser aplicado versa sobre o uso de um aplicativo de simulação, sem causar constrangimento algum.

Recomendações:

Após a análise do retorno das pendências para a reavaliação não há demais recomendações a propor.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Foram solicitadas esclarecimento de informações sobre o grupo amostral e a forma de recrutamento, as quais foram adequadamente inseridas na nova versão em avaliação. Também foram consideradas adequadas e esclarecidas as informações sobre o número amostral proposto (200 usuários) e o meio de divulgação da pesquisa para os usuários, assim como detalhadas as questões presentes no instrumento de pesquisa. Foram realizadas as adequações no cronograma e especificado onde serão armazenadas e como serão identificadas as informações a serem adquiridas na pesquisa.

Não há pendências ou inadequações nos documentos do projeto avaliado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Aprovado.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P ROJETO_761858.pdf	14/09/2016 17:01:44		Aceito
Outros	RespostasCEP.docx	14/09/2016 17:01:11	Branca Freitas de Oliveira	Aceito

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha CEP: 90.040-060
UF: RS Município: PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 Fax: (51)3308-4085 E-mail: etica@propesq.ufrgs.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO GRANDE DO SUL / PRÓ-
REITORIA DE PESQUISA -



Continuação do Parecer: 1.739.342

Projeto Detalhado / Brochura Investigador	SIeolicaProjPesqUFRGS.docx	14/09/2016 16:58:56	Branca Freitas de Oliveira	Aceito
Folha de Rosto	Branca_Freitas_de_Oliveira.pdf	29/07/2016 12:40:16	Branca Freitas de Oliveira	Aceito
Outros	Parecer_Branca_.pdf	21/07/2016 18:12:56	Branca Freitas de Oliveira	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

PORTO ALEGRE, 22 de Setembro de 2016

Assinado por:
MARIA DA GRAÇA CORSO DA MOTTA
(Coordenador)

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha CEP: 90.040-060
UF: RS Município: PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 Fax: (51)3308-4085 E-mail: etica@propesq.ufrgs.br

ANEXO B

Este anexo apresenta todas as páginas do sistema SIEólica e do aplicativo SIEólica-M.

SIEólica

Página inicial

SIEólica

Sistema de Informações para Geração de Energia Eólica

::English version click here::

Este sistema foi desenvolvido para possibilitar obter informações sobre geração de energia própria. Energia eólica é uma realidade. Através de uma turbina de pequeno porte é possível gerar energia em casa e começar a economizar na conta de luz. Informações sobre tudo isso e muito mais você encontra aqui.

SEJA BEM VINDO!

–Mais de 1200 simulações feitas–

Energia Eolica
Sobre o Sistema
Sobre os Autores
E-mail contato




ENTRAR
REALIZAR SIMULAÇÃO


NOVO!

 Baixe o APP para Android

SIEólica - Julio Pires - Doutorado UFRGS 2016
 :: Registro de programa de computador Junto ao INPI: BR S1 2016 000301-4 ::
 Contato: julio.pires@ufsm.br

Página sobre energia eólica

SIEólica

Sistema de Informações para Geração de Energia Eólica

Energia Eólica

Atualmente a energia eólica é uma realidade já consolidada. Existem incentivos de setores da economia, de setores que tratam do meio ambiente, entre outros.

No Brasil e em grande parte do mundo o crescimento da energia eólica é bastante visível. Entre alguns dos agentes envolvidos no desenvolvimento do setor de energia eólica estão os governos, os fabricantes, as concessionárias de energia (algumas atuam na geração, transmissão e distribuição), empresas que investem nesse setor, laboratórios e pesquisadores, além dos consumidores. Os interesses tendem a ser comuns, logo o setor tende a crescer.

Turbinas eólicas são desenvolvidas principalmente de acordo com a quantidade de energia que se pretende obter. Quanto maior a área varrida pelas pás, maior a quantidade de energia convertida. O desenvolvimento da energia eólica comercial se deu primeiramente nos Estados Unidos e em alguns países da Europa como Alemanha e Dinamarca. Esses países concentravam as principais indústrias de turbinas eólicas há menos de uma década atrás. Atualmente a China e a Índia entraram com grande contribuição nesse mercado.

Por Julio Pires (novembro/2015)

Voltar

SIEólica - Julio Pires - Doutorado UFRGS 2016

Página sobre o sistema



SIEólica

Sistema de Informações para Geração de Energia Eólica

Sobre este sistema

Este sistema constitui-se parte de um método aplicado em minha tese de doutorado em Design na Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Trata-se de um sistema de informações sobre geração distribuída de energia elétrica. A partir de uma pesquisa* constatou-se que um dos principais problemas de não haver pessoas gerando sua própria energia é a desinformação. A partir daí, se iniciou a elaboração de um sistema de informação, baseado em conceitos de design da informação. Este sistema conta com conteúdos provenientes das áreas de energias renováveis, projeto de turbina eólica de pequeno porte, economia de energia, materiais compósitos, simulações estruturais, além de análises diversas. Aqui encontra-se também um aplicativo capaz de simular a montagem de um sistema de geração com turbina de pequeno porte. O usuário pode informar alguns parâmetros e serão informados dados para construção de seu sistema, adequando-se a sua realidade, ao seu consumo. Desta maneira pode-se ter ideia de valores de investimento e de retorno para iniciar sua própria geração de energia limpa e renovável.

*Pesquisa

Por Julio Pires (novembro/2015)

[Voltar](#)

SIEólica - Julio Pires - Doutorado UFRGS 2016

Sobre os autores da pesquisa



SIEólica

Sistema de Informações para Geração de Energia Eólica

Sobre os Autores da pesquisa

Julio Cesar Pinheiro Pires, Me. [lattes](#)
Arquiteto, mestre em Design pela UFRGS, doutorando em Design pela UFRGS. Professor de arquitetura da UFSM/CS.

Branca Freitas de Oliveira, Dra. [lattes](#)
Engenheira Civil, Doutora em engenharia, professora de Engenharia e Design na graduação e pós-graduação da UFRGS.

Antonio Carlos Gonçalves Sarti [lattes](#)
Aluno de graduação de engenharia mecânica na UFRGS. Bolsista de iniciação científica.

SIEólica - Julio Pires - Doutorado UFRGS 2016

Página de uma pesquisa sobre microgeração



Sistema de Informações para Geração de Energia Eólica

[Voltar](#)

Pesquisa sobre microgeração

Formulário da pesquisa

Apesar de existir no Brasil legislação específica que regulamenta microgeração de energia, essa prática não está disseminada e tampouco é de conhecimento da maioria das pessoas. A partir dessas premissas, foi elaborado um questionário para verificar o conhecimento da população sobre energia eólica, geração distribuída e outras questões relativas ao tema desta pesquisa.

O formulário foi criado a partir de cinco questões que podem ser vistas na figura ao lado. O questionário foi disponibilizado para respostas exclusivamente através da internet, sendo divulgado por listas de e-mails e redes sociais. Do dia 27 de setembro de 2014 ao dia 15 de outubro de 2014, obteve-se 100 entradas de respostas, ou seja, foi possível verificar a opinião de cem pessoas.

As perguntas foram elaboradas para serem respondidas por qualquer pessoa, independente da classe social, ou outros artifícios de segmentação social. O objetivo foi receber respostas de setores variados da sociedade, sem direcionamentos. Salienta-se que o questionário aplicado representa uma pequena amostragem, não podendo ser considerado como informação definitiva para tomada de decisões.

Respostas da pesquisa

A partir das respostas pode-se concluir que quase todos responderam que sabem o que é energia eólica. A segunda pergunta aponta para uma tendência que já era esperada: a maior parte dos que responderam citam o desconhecimento das pessoas como motivo de não ter muitas turbinas eólicas instaladas em residências. Já 25% das pessoas acham que uma turbina de pequeno porte custa muito caro. Apenas 7% pensam que o principal motivo de não existir muitos geradores eólicos residenciais é porque as pessoas não se interessam por isso. Essa resposta dá indicio de que 93% dos que responderam acham que a população tem interesse em gerar sua própria energia. Pensa-se que por isso a próxima pergunta obteve 48% das pessoas com interesse em investir em uma turbina eólica de pequeno porte e 48% achando que precisa conhecer mais sobre o assunto antes de investir.

Pesquisa Energia Eólica

Você pode responder em apenas 1 minuto!
Desde já agradeço.
Julio Pires

Você sabe o que é energia eólica?

- sim
 não

Já existem geradores eólicos de pequeno porte para uso em casas, apartamentos e comércios, mas atualmente não se vê isso por aí. O motivo seria:

- muito caro
 a maioria das pessoas desconhece
 desinteresse
 difícil de encontrar para comprar

Você investiria em uma turbina eólica para gerar sua própria energia?

- sim
 não
 preciso conhecer mais

Você sabe o que é geração distribuída?

- sim
 não

Você sabe como funcionam créditos de energia junto às concessionárias?

- sim
 não

sabe o que é energia eólica

Opções	Porcentagem
sim	96,00%
não	4,00%

motivo porque não se ve turbinas eólicas por ai

Opções	Porcentagem
a maioria das pessoas desconhece	67,00%
muito caro	25,00%
difícil de encontrar para comprar	11,00%
desinteresse	7,00%

voce investiria em uma turbina eolica para gerar sua própria energia

Opções	Porcentagem
preciso conhecer mais	48,00%
sim	48,00%
não	4,00%

voce sabe o que é geracao distribuida

Opções	Porcentagem
não	66,00%
sim	34,00%

voce sabe o que são creditos de energia junto às concessionárias

Opções	Porcentagem
não	77,00%
sim	23,00%

Segunda página



Sistema de Informações para Geração de Energia Eólica

[Voltar](#)
Monte sua **simulação** de geração de energia através de uma fonte renovável.

Aqui você pode simular um projeto para geração de energia através de Turbina Eólica de Pequeno Porte. Não se trata do projeto do equipamento, mas sim do sistema. Você preenche alguns parâmetros e o aplicativo lhe informa diversos dados, inclusive sobre retorno financeiro do possível investimento na turbina.

Passos para geração de energia eólica

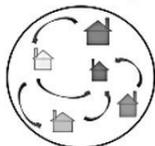
(conteúdo com direitos autorais reservados aos autores da pesquisa)



Saiba mais sobre:

(conteúdo com direitos autorais reservados aos autores da pesquisa)

Redes Elétricas Inteligentes



Zero Energy Building



Certificação



Histórico Energia Eólica



Veja um protótipo funcionando!



Já disponível SIEólica-M na loja Google Play (gratis)



Aplicativo de simulação



SIEólica

Sistema de Informações para Geração de Energia Eólica

↑ Página inicial
↶ Página anterior
🔍 Guia do usuário
🗨 Dê sua opinião

Simulação de Sistema de Geração

Preencha com seus dados e saiba como gerar sua energia com uma turbina eólica

1. Dados gerais

Preço kWh* Velocidade média vento** Conversor de km/h para m/s

R\$? m/s km/h = m/s

*Os valores resultantes das simulações não consideram incidência de impostos nem taxas de qualquer natureza, apenas o valor do kWh informado pelo usuário.
**Velocidade média no sul do Brasil de 5.5m/s a 6.5m/s de acordo com o Atlas Eólico Brasileiro



Previsão de vento

Matupá Airport
10.17°S 54.95°O 275m s.n.m.

Qui	Sex	Sáb	Dom
16/3	17/3	18/3	19/3
2 m/s	2 m/s	1 m/s	2 m/s

meteoblue

2. Dados da instalação elétrica

Quantidade de aparelhos		Tempo de uso por dia (em horas) ?	Uso	Quantidade de aparelhos		Tempo de uso por dia (em horas) ?	Uso
1	Ar cond. 7500 BTU - 1100W	3	27%		Freezer - 120W	24	0%
	Ar cond. 12000 BTU - 1900W		0%		Fritadeira Elétrica - 1200W		0%
	Aspirador de pó - 1000W		0%		Lâmpadas incandesc. - 100W		0%
	Boiler elétrico - 5000W		0%		Lâmpadas incandesc. - 60W		0%
1	Chuveiro verão - 3200W	.25	7%		Lâmpada eletrônica - 13W		0%
	Chuveiro inverno - 5400W		0%	5	Lâmpada eletrônica - 20W	5	4%
2	Computador - 350W	3	17%		Lâmpada fluorescente - 32W		0%
1	Estufa - 1500W	.25	3%		Lavadora pratos - 2700W		0%
	Ferro de passar - 1000W		0%	1	Lav. roupas A.Fria - 600W	2	10%
	Lav. roupas A. Quente - 1500W		0%		Torneira elétrica - 3500W		0%
	Lava jato - 350W		0%	2	TV 32" a 40" - 200W	4	13%
1	Microondas - 1300W	.15	2%	1	Ventilador comum - 100W	3	2%
1	Refrigerador - 75W	24	15%		Ventilador de teto - 200W		0%
	Secadora roupas - 3500W		0%		Potência adicional em W		0%

Legenda gráficos de consumo:

igual ou menor de 10% do total

entre 11% e 15% do total

maior de 15% do total

3. Resultados de cargas, consumo e valor

Carga instalada	Carga demandada (Conf. RIC)	Carga de uso real/mês (kWh)	Consumo médio/mês (30 dias)
9.07 kW	5.54 kVA	365.1	R\$ 237.32

4. Dados da Conta de Luz

Preencha **SOMENTE** se não preencher os dados de seus aparelhos

Preencha os campos com os 3 últimos valores de carga consumida, disponíveis em sua conta de luz.

Carga Consumida #1	Carga Consumida #2	Carga Consumida #3
<input type="text"/> kWh	<input type="text"/> kWh	<input type="text"/> kWh
<input type="button" value="Calcular média"/>	Carga Média (kWh) 0.0	Valor médio da conta R\$ 0.0

5. Simulação da Turbina Eólica

*Este cálculo considera a velocidade média do vento informada e a carga de uso real ou a carga média da conta de luz. Uma turbina eólica com as dimensões apresentadas abaixo servirá para suprir, durante um mês, a carga real consumida ou a carga média. Para maiores informações consulte o [Guia do Usuário](#).

Área varrida pelas pás:

Diâmetro do rotor:

Velocidade média vento:



Se você pode [medir o vento](#) em um determinado tempo, considere preencher os dados a seguir para realizar uma simulação mais real

6. Simulação da Turbina Eólica considerando medição de vento

Dados da medição

Velocidade vento	Tempo em horas por dia	Número de dias medidos (em 1 mês)
<input type="text"/> 0.0 m/s	<input type="text"/> h	<input type="text"/> 1 dias



Área varrida pelas pás:

Diâmetro do rotor:

*Este cálculo considera os dados de sua medição e a velocidade média do vento informada no início (inicialmente para os 30 dias do mês, 24 horas por dia). Os dados da medição que você realizou e preencheu aqui foram considerados da seguinte maneira:

A velocidade que você mediu foi incorporada na velocidade média informada no início. Se você preencheu a velocidade média do vento 4m/s e mediu, durante 15 dias, durante 24 horas por dia, uma média de 8m/s, então a velocidade considerada no cálculo será 6m/s (a média entre 4m/s [15 dias] e 8m/s [15 dias]). Porém se você mediu durante apenas 1 dia (24 horas) no mês, a velocidade considerada será: 4m/s durante 29 dias e a sua medição durante 1 dia.

**Se você quiser simular considerando apenas suas medições de vento, preencha os dados de sua medição e atribua 0 (ZERO) no campo de velocidade média de vento, localizado no [início do formulário](#)

7. Turbinas eólicas disponíveis no mercado

Escolha uma turbina de acordo com o diâmetro e saiba qual será seu retorno financeiro*

A) Todos os dados informados pelos fabricantes

	Diâmetro até 1m		<p>Você terá uma turbina eólica com aproximadamente m de diâmetro e suprirá % de seu consumo mensal. O valor médio de mercado desse aparelho está na faixa de R\$. Investindo esse valor, seu retorno financeiro se dará em meses, (anos).</p>
	Diâmetro entre 1m e 1,50m		
	Diâmetro entre 1,50m e 2m		
	Diâmetro entre 2m e 3m (1kW)		

B) Vento informado pelo usuário - parâmetros ideais (VALORES APROXIMADOS)

	Diâmetro até 1m		<p>Você terá uma turbina eólica com aproximadamente m de diâmetro e suprirá % de seu consumo mensal. O valor médio de mercado desse aparelho está na faixa de R\$. Investindo esse valor, seu retorno financeiro se dará em meses, (anos).</p>
	Diâmetro entre 1m e 1,50m		
	Diâmetro entre 1,50m e 2m		
	Diâmetro entre 2m e 3m (1kW)		

* Os dados informados nesta parte da simulação levam em conta a carga de uso real informada por você. Além dessa carga, foi considerado o valor do quilowatt hora informado. Os preços de aquisição de turbinas comerciais estão baseados em pesquisa de mercado realizada em dezembro de 2015. O cálculo de retorno financeiro levou em conta, na opção A) informações dos fabricantes de turbinas comerciais atualmente disponíveis no mercado e na opção B) os dados de equações para dimensionamento de turbinas eólicas de pequeno porte, principalmente o vento informado pelo usuário. Além do preço da turbina, foi considerado preço da torre, instalação, inversor de carga e demais itens para instalação do equipamento. Este método de cálculo não deve ser a única nem definitiva fonte de informação na hora de investir em um sistema eólico.

Ao adquirir equipamento verifique se o mesmo está certificado por algum órgão de certificação oficial brasileiro (ex.: INMETRO) ou estrangeiro. O cálculo de emissão de dióxido de carbono na atmosfera é feito em função de dados do Ministério de Ciência e Tecnologia do Brasil.

Para refazer uma simulação pressione F5 em seu teclado

Clique [aqui](#) para saber como ligar seu gerador na rede da concessionária

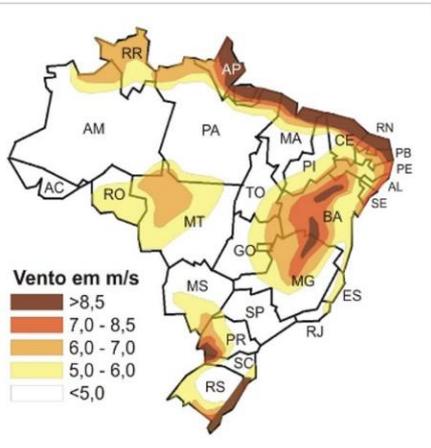
Clique [aqui](#) para avaliar este aplicativo

Atlas eólico brasileiro



SIEólica

Sistema de Informações para Geração de Energia Eólica



Este mapa de vento* foi desenvolvido a partir do [Atlas Eólico Brasileiro](#)

Procure sua localização aproximada e veja qual a faixa de vento, em metros por segundo, sua edificação está sujeita.

Se você preferir um valor mais preciso, pode optar por:

- 1 - Consultar o INMET, responsável por informações climáticas no Brasil;
- 2 - Adquirir um Anemômetro e medir constantemente o vento, até obter um valor médio confiável.

* Saiba que regime de vento é algo bastante complexo. Existem muitos estudos sobre o tema e você talvez não esteja familiarizado com esta área. Neste sistema foram realizadas simplificações para facilitar o entendimento do público em geral.

Na equação de potência de rotor eólico, o vento entra com valor elevado a três, logo quanto mais preciso for, maiores serão as chances de simular um sistema eólico mais confiável.

SIEólica - Julio Pires - Doutorado UFRGS 2016

Informações sobre vento



SIEólica

Sistema de Informações para Geração de Energia Eólica

Informações sobre vento

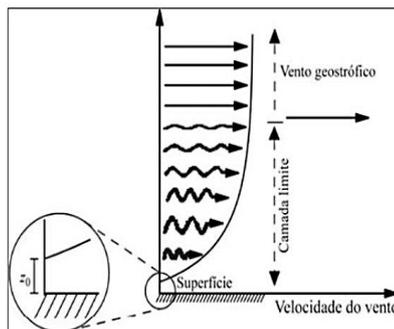
Ao se analisar a distribuição de vento por regiões do Brasil, nota-se que a região da costa do Oceano Atlântico é a parte do território onde mais se desenvolvem usinas eólicas. O **Mapa Eólico Brasileiro** mostra que as áreas de incidência de vento mais favoráveis estão justamente na região da costa do Oceano Atlântico.



Fonte: CRESESB-CEPEL

O vento captado por aerogeradores é aquele próximo à superfície terrestre. Esses ventos têm algumas características relevantes para seu aproveitamento. Uma delas é a mudança de comportamento em função da altura. Ao nível do solo o ar tende a não se deslocar, mas à medida que se afasta verticalmente, este tende a aumentar a velocidade.

A figura abaixo mostra a distribuição vertical do tipo de vento. Aerogeradores de pequeno porte estarão inseridos em uma região onde o regime de vento apresenta certa turbulência e tem seu comportamento ditado fortemente pela topografia da região. Segundo Hansen (2000), a rugosidade que influencia no comportamento do vento varia de acordo com a região.



Fonte: Hansen 2000

Tipo de vento em função da altitude

z_0 (m)	Tipo de terreno
1,0	Cidade
0,8	Floresta
0,2	Superfície c/ muitas árvores ou arbustos
0,1	Terreno com aparência fechada
0,05	Terreno com aparência aberta
0,03	Terreno com poucas construções, árvores e etc.
5×10^{-3}	Campo vazio liso
1×10^{-3}	Terreno com neve
3×10^{-4}	Terreno com areia
1×10^{-4}	Lago, rio, mar

Fonte: Hansen 2000

Esta tabela apresenta valores para rugosidade em função do tipo de terreno. Esses valores podem ser interpretados como parâmetros que mostram que o maior valor de rugosidade encontra-se nas cidades, ou centros urbanos.

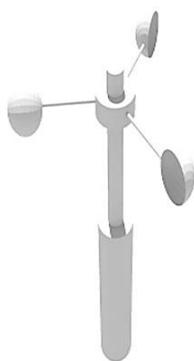
SIEólica - Julio Pires - Doutorado UFRGS 2016

Informações sobre medição de vento



SIEólica

Sistema de Informações para Geração de Energia Eólica



Medição do vento com anemômetro

Anemômetros são aparelhos que servem para medir vento, tanto velocidade quanto direção.

Apesar de existir um **Atlas Eólico Brasileiro** e diversos outros documentos que apresentam dados de medições de vento, o regime de vento local sempre pode variar em decorrência de alguns aspectos.

Quanto mais alto estiver o medidor, mais vai captar vento. A rugosidade do ambiente urbano torna o vento mais turbulento e inadequado para geração de energia.

Por isso a importância de localizar a turbina o mais alto possível, sempre levando em conta a segurança da estrutura de sustentação (torre).

Existem anemômetros pequenos e simples, que permitem medições simplificadas. Estes equipamentos, mesmo não tendo sua calibragem aferida por órgãos oficiais, ajudam nos cálculos do SIEólica.

Se você tiver acesso a um anemômetro, meça constantemente o vento em vários períodos do dia e em vários dias da semana. Quanto mais tempo você medir, mais real serão seus resultados. Depois de obter resultados de suas medições, retorne ao APP SIEólica para simular uma turbina eólica a partir de suas próprias medições.

SIEólica - Julio Pires - Doutorado UFRGS 2016

Guia do usuário



SIEólica

Sistema de Informações para Geração de Energia Eólica



Guia do usuário - Aprenda a usar o APP SIEólica

O aplicativo está dividido em 7 seções. Veja aqui o que representa cada uma delas.

Visão Geral e Primeiros Passos

Seção 1. Dados gerais

Seção 2. Dados da instalação elétrica

Seção 3. Resultados de cargas, consumo e valor

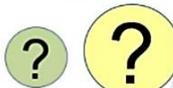
Seção 4. Dados da conta de luz

Seção 5. Simulação da turbina eólica

Seção 6. Simulação da turbina eólica considerando medição de vento

Seção 7. Turbinas eólicas disponíveis no mercado

Imprimir este guia



Visão Geral e Primeiros Passos

Seja bem vindo ao Guia do usuário do Aplicativo de Simulação SIEólica, desenvolvido inteiramente através de uma pesquisa acadêmica na Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS.

Este guia irá lhe fornecer informações sobre o uso do aplicativo, de forma simples e direta.

O aplicativo SIEólica faz parte de um sistema de informações homônimo projetado para utilização online. O aplicativo foi desenvolvido para realização de simulação de geração de energia com Turbina Eólica de Pequeno Porte - TEPP. Qualquer pessoa interessada em gerar sua própria energia é bem vinda e pode usufruir do aplicativo. Contudo o usuário deve estar ciente de que SIEólica foi projetado para realização de simulações e não deve ser usado como argumento decisivo para investimento em qualquer tipo de equipamento ou processo.

Iniciando uma simulação

Ao entrar na página do Aplicativo, o usuário se depara com 7 seções. Cada uma delas está discriminada no Índice de Seções deste guia.

Para iniciar a simulação, o usuário deverá fornecer alguns dados solicitados. Se for necessário, poderá usar o conversor de velocidades de vento, na parte à direita da primeira seção.

Após preencher diversos campos das seções 1 e 2, deverá clicar em Calcular e posteriormente em Gráfico. Nesta hora o aplicativo irá responder com informações de cargas e consumo de energia elétrica na Seção 3, além de apresentar gráficos de barras que mostram qual aparelho mais consome energia em relação ao tempo de uso, na Seção 2.

O usuário poderá optar por preencher as cargas de energia elétrica que consumiu, de acordo com sua fatura de energia elétrica (conta de luz da concessionária). Ao preencher esses dados, os valores anteriores mostrados na Seção 2 deixarão de ser considerados no cálculo do gerador eólico a seguir.

O próximo passo é calcular o gerador. Para isso basta clicar no botão "Calcular o gerador". O aplicativo irá fornecer dimensões de uma turbina eólica necessária para suprir toda a carga informada pelo usuário.

Se o usuário tiver possibilidade de medir velocidade do vento no local onde pretende instalar sua turbina, poderá preencher alguns dados na Seção 6. Esses dados serão considerados para recalcular a turbina.

Finalmente na Seção 7 é possível escolher dentre algumas opções uma turbina comercial com características existentes. Esta Seção foi dividida em parte A e parte B. Na parte A a simulação é feita com base em informações obtidas exclusivamente de fabricantes de turbinas eólicas. Na parte B os cálculos foram desenvolvidos a partir de equações de conversão de energia eólica, considerando dados do usuário como velocidade do vento informada e carga de energia elétrica informada ou calculada.

O funcionamento do aplicativo está atrelado ao preenchimento dos dados solicitados ao usuário, tendo seu funcionamento sequencial e ordenado de Seção em Seção.

Não são aconselhadas tentativas de simular sistema de geração de energia sem fornecer todas as informações necessárias e solicitadas em cada Seção do aplicativo sob pena de a simulação se tornar inválida.

É aconselhado ao usuário que, antes ou após realizar a simulação, navegue pelos links das páginas do sistema para obter informações sobre energia eólica e geração distribuída.

[Voltar ao topo da página](#)

Seção 1. Dados gerais

Estes dados são fornecidos pelo usuário.

- O primeiro campo denominado **Preço kWh** deverá ser preenchido com o valor que se encontra na conta de luz da concessionária de energia elétrica. Se esse valor não for preenchido, não será possível obter o **Consumo médio/mês** que o usuário terá.
- O segundo campo é a **Área da residência**, cujo preenchimento não é obrigatório para o funcionamento do aplicativo.
- O terceiro campo é a **Velocidade média do vento**. Aqui o usuário deverá preencher observando a citação precedida de **, logo abaixo dos campos solicitados. A Velocidade média de vento não precisa, nesse momento, ser a velocidade que o usuário mediu utilizando anemômetros. A velocidade de vento medida será requisitada em um campo na Seção 5.
- O quarto campo trata de um **conversor** de medidas feito para facilitar o preenchimento da velocidade do vento, uma vez que esta deverá ser fornecida em metros por segundo (m/s). No conversor o usuário deverá preencher o valor da velocidade do vento em quilômetros por hora (km/h) e clicar em 'conversão'. o valor correspondente aparecerá em vermelho, em metros por segundo, ao lado do campo de quilômetros por hora informado.

[Voltar ao topo da página](#)

Seção 2. Dados da instalação elétrica

Nesta seção são apresentados os aparelhos consumidores de energia elétrica mais comuns utilizados em residências. O usuário deverá preencher cada campo com o número correspondente à quantidade de aparelhos que possui e em seguida o tempo de uso (em horas) do aparelho correspondente.

Cada aparelho tem sua potência escrita ao lado do nome, caso o usuário deseje verificar se está de acordo com sua realidade.

Os campos de tempos devem ser preenchidos em relação a horas de uso por dia, com frações coerentes. Por exemplo, se o ar condicionado de 7500 BTU é utilizado durante 2 horas por dia, todos os dias do mês, então o campo tempo deverá ser preenchido com o número 2. Se o usuário utiliza esse mesmo aparelho durante 2 horas por dia, porém durante 15 dias por mês, então o campo deve ser preenchido com 1. Já se o aparelho é utilizado meia hora por dia, durante todos os dias do mês, o campo tempo deve ser preenchido com 0.5 (deve ser utilizado ponto e não virgula).

As frações de tempo devem seguir o seguinte: 1 hora = 1 - meia hora = 0.5 - 15 minutos = 0.25 - 10 minutos = 0.17 e assim por diante.

Os campos que descrevem aparelhos que o usuário não possui, ou não usa, não precisam ser preenchidos, podendo ser deixados em branco que não serão considerados.

Após o preenchimento, deve-se clicar em Calcular para que sejam apresentados resultados na Seção 3. Após Calcular, é possível gerar gráficos que mostram o consumo do usuário de acordo com as informações fornecidas. Ao clicar em Gráfico, aparecerão gráficos tipo barras logo após os campos de Tempo. Além dos gráficos, aparecerão os percentuais de consumo. Esta parte deixa claro quais são os aparelhos que mais consomem energia, fornecendo subsídio para o usuário entender onde gasta mais eletricidade.

Os gráficos aparecerão em vermelho quando o consumo daquele aparelho ultrapassar 15% do consumo total da residência. Já se aparecer em amarelo, significa que o consumo está entre 11 e 15%. Se o gráfico for verde, o consumo está igual ou menor do que 10% do total consumido. O botão Gráfico deve ser acionado sempre após o botão Calcular. O usuário poderá modificar os dados de qualquer campo e clicar em calcular para refazer os cálculos. Para refazer os gráficos atualizados de acordo com os valores recalculados, basta clicar em Gráfico de novo.

Nota: A lista de aparelhos consumidores teve como referência o RIC (Regulamento de Instalações consumidoras Fornecimento em Tensão Secundária Rede de Distribuição Aérea, versão 1.4 de setembro de 2012) elaborado pelas empresas concessionárias de energia CEEE, AESSul e RGE.

[Voltar ao topo da página](#)

Seção 3. Resultados de cargas, consumo e valor

Os resultados apresentados nesta seção são referentes aos dados até então informados pelo usuário.

- **Carga instalada:** Primeiramente é apresentada a Carga instalada, que é a soma das cargas de todos os aparelhos selecionados pelo usuário. Se o campo Quantidade de aparelhos do item Ventilador comum for preenchido com o número 2, por exemplo, o sistema considerará a carga de um ventilador comum vezes 2, ou seja, 100W X 2, totalizando 200W para este item. A Carga instalada será informada, independente de o usuário preencher o tempo de uso do aparelho.

- **Carga demandada:** Esta carga é gerada por um cálculo de redução de cargas, onde considera-se que os aparelhos não funcionam todos simultaneamente. No cálculo da demanda os aparelhos são divididos em: condicionador de ar; resistivos; não resistivos; motores elétricos; aparelhos de solda. O método de cálculo pode ser visto no RIC BT, disponível com as Concessionárias de Energia Elétrica.

- **Carga de uso real:** Carga utilizada pelo usuário. Este valor de carga é calculado pela carga dos aparelhos selecionados multiplicada pelo número de aparelhos informados e pelo tempo de uso, também informado. Este método torna mais real a experiência do usuário no aplicativo, uma vez que o método da carga demandada pode distorcer a carga real utilizada por conta de formulas prontas, que servem mais para dimensionamento de fiação nas instalações elétricas. A carga de uso real é calculada para o tempo de um mês, e em kWh (quilowatt hora). Esta unidade foi adotada porque o valor desta carga é utilizado nos cálculos do tamanho da turbina eólica (diâmetro do rotor) e quantidade de energia que esta turbina irá suprir, informada na Seção 7. A carga de uso real multiplicada pelo valor do kWh informado anteriormente, na Seção 1, definirá o consumo médio em um mês, em Reais.

- **Consumo médio/mês (30 dias):** Este valor se refere exclusivamente à multiplicação da carga de uso real pelo valor do kWh. Não estão inclusos os valores de taxas adicionais, impostos, multas e demais cobranças que possam aparecer na conta de luz do usuário. Se o valor do kWh existente na conta de luz incluir alguma taxa adicional, imposto ou outras cobranças por conta das concessionárias, o valor do consumo médio/mês incluirá estes valores. O valor do consumo médio/mês será utilizado na Seção 7 para calcular o retorno de investimento.

Nota: Os valores da Carga de uso real e Consumo médio/mês não serão utilizados se o usuário preencher os campos da Seção 4: Dados da conta de luz.

[Voltar ao topo da página](#)

Seção 4. Dados da conta de luz

O preenchimento dos campos nesta seção deve ser feito APENAS se o usuário não preencher os dados da Seção 2. Se forem preenchidas as cargas desta Seção 4, a Simulação da turbina eólica será realizada com os resultados destes campos, ou seja, com a média das cargas da conta de luz do usuário.

Se a intenção do usuário é pegar os valores da conta de luz para as simulações, então devem ser preenchidos os campos Carga consumida #1, Carga consumida #2 e Carga consumida #3.

Ao clicar em Calcular média, o sistema calculará a média dos valores dos 3 campos informados. Se o usuário tiver apenas um valor de carga para informar, este valor deve ser posto em todos os 3 campos, pois o cálculo leva em conta os campos "em branco", realizando sempre a média dos valores dos três campos, mesmo que algum deles não seja preenchido. Se o usuário tiver dois valores de carga, adquiridos na conta de luz, então existem duas opções que resultarão no mesmo valor: preencher dois campos com os valores da conta de luz e o terceiro campo com a média dos dois anteriores, ou calcular a média dos dois valores e preencher os três campos com essa média.

- **Carga média (kWh):** Essa carga, se requisitada, será utilizada para o cálculo da Turbina eólica. O usuário poderá preencher os campos de cargas desta seção apenas se for utilizar esses valores no cálculo. Se o valor do campo Carga Média estiver 0.0, que é o "default" o sistema calculará a Turbina eólica com os valores informados na Seção 3.

- **Valor médio da conta R\$:** O valor apresentado neste campo será o resultado da multiplicação da Carga média pelo valor do kWh informado na Seção 1, no primeiro campo.

Nota 1: Os valores da Carga média e valor médio da conta serão utilizados para calcular as dimensões da Turbina eólica nas Seções 5 e 6, e no cálculo do retorno financeiro, na Seção 7.

Nota 2: O usuário poderá modificar o valor do preço do kWh na Seções 1 e recalculer o valor médio da conta nesta Seção 4.

Nota 3: O valor que aparecerá no campo 'Valor médio da conta' não considera impostos ou taxas que venham a recair sobre a conta de luz do usuário, sendo este valor o resultado da multiplicação simples entre a carga média informada e o valor do quilowatt hora também informado pelo usuário na Seção 1.

[Voltar ao topo da página](#)

Seção 5. Simulação da turbina eólica

Nesta Seção encontra-se o botão Calcular o gerador. Ao ser clicado, o usuário terá três informações: Área varrida pelas pás, Diâmetro do rotor e Velocidade média do vento.

- **Área varrida pelas pás** Esta é a área da circunferência cujo raio é o comprimento da pá. Esta área serve de referência, por fabricantes, para definir a potência nominal de uma turbina eólica, pois a equação que define tal potência considera que a área varrida pelas pás é diretamente proporcional à potência extraída do vento.

- **Diâmetro do rotor** Medida de duas vezes o comprimento da pá do aerogerador. Esta medida é informada para o usuário ter noção do tamanho aproximado da turbina eólica que irá suprir sua necessidade por energia elétrica. Neste momento pode ser possível avaliar a viabilidade da instalação de uma turbina em uma edificação, para suprir 100% da demanda, pois o tamanho pode ser ou não adequado ao prédio ou local da instalação.

- **Velocidade média do vento** É a mesma velocidade informada pelo usuário na Seção 1 do aplicativo.

Nota: Se o usuário simular a turbina eólica com os dados de sua instalação, Seção 2, os cálculos irão considerar os valores mostrados na Seção 3. Neste caso é possível modificar qualquer valor da Seção 2 e/ou Seção 1 e calcular novamente a carga. Após serem mostrados os novos valores de carga de uso real e consumo médio/mês, na Seção 3, o usuário poderá clicar novamente em Calcular o gerador, na Seção 5, para refazer os valores desta Seção. Porém se preencher os campos referentes às Cargas da conta de luz, da Seção 4, o cálculo do gerador será feito a partir desses últimos valores informados, não sendo mais possível modificar os campos dos dados da instalação elétrica, na Seção 2 (o sistema irá deixar de considerar esses valores). Porém ainda será possível modificar a Velocidade média do vento, na Seção 1 e recalculer o gerador.

Seção 6. Simulação da turbina eólica considerando medição de vento

Esta Seção apresenta a possibilidade do usuário preencher dados de medição de vento, destinando-se apenas a quem tem possibilidade de realizar essa tarefa. Se os campos não forem preenchidos e o usuário clicar em Calcular o gerador, o aplicativo irá repetir os dados mostrados na Seção 5.

Velocidade vento: Este campo deve ser preenchido com a velocidade média medida durante um tempo determinado. Se o usuário possuir um equipamento confiável para medir velocidade de vento, como um anemômetro, por exemplo, poderá fazer medições e adquirir a média da velocidade medida. Essa média deve estar em metros por segundo (m/s) e deve ser preenchida neste campo.

Tempo em horas por dia: O tempo considerado neste campo é o relacionado à medição de vento feita pelo usuário e preenchida no campo anterior. Normalmente equipamentos de medição de vento informam a velocidade do vento em função da quantidade de tempo que esta foi medida. Sendo assim, é possível informar durante quanto tempo o vento foi medido. Para dados mais confiáveis, quanto mais tempo, ou quanto mais o valor a ser informado neste campo se aproximar de 24, mais real serão os dados de vento informados pelo usuário.

Número de dia medidos (em 1 mês): Este campo deverá ser preenchido com o número de dias que o usuário mediu o vento, independente de quantas horas foram gastas na medição. Quanto mais dias medidos, ou seja, quanto mais o número informado neste campo se aproximar do número de dias que tem o mês da medição, mais precisos serão os resultados do cálculo do gerador.

Nota: O cálculo desta Seção considera os dados preenchidos nesta Seção 6 e a velocidade média de vento, informada na Seção 1. O sistema considerará os dados da seguinte forma:

A velocidade medida foi incorporada na velocidade média informada no início. Por exemplo: ao preencher a velocidade média do vento 4m/s e medir, durante 15 dias, durante 24 horas por dia, uma média de 8m/s, então a velocidade considerada no cálculo será 6m/s (a média entre 4m/s [15 dias] e 8m/s [15 dias]). Porém se o vento foi medido durante apenas 1 dia (24 horas) no mês de 30 dias, a velocidade considerada será: 4m/s durante 29 dias e a medição durante 1 dia. Se o usuário quiser simular considerando apenas as medições de vento, deve preencher os dados de medição e atribuir 0 (ZERO) no campo de velocidade média de vento, localizado no início do formulário, na Seção 1.

Seção 7. Turbinas eólicas disponíveis no mercado

Nesta Seção o usuário poderá simular o retorno de seu investimento em uma turbina eólica. O principal indicador que diferencia uma turbina de outra, adotado aqui, é o diâmetro do rotor. O diâmetro do rotor (duas vezes o comprimento da pá) é determinante para a quantidade de energia que o gerador será capaz de converter. Por isso, foram definidas quatro opções de tamanho de turbina para que sejam simuladas. As simulações desta Seção informam situações de turbinas reais. As simulações anteriores das Seções 5 e 6 foram definidas para informar as dimensões de turbinas para suprir 100% da carga informada pelo usuário, tanto pela média da conta de luz (Seção 4) quanto nos Dados da instalação elétrica (Seção 2).

As simulações desta Seção foram divididas em Parte A e Parte B.

Parte A) Todos os dados informados pelos fabricantes

Método de simulação: As simulações desta Seção, seja com qual diâmetro for, serão realizadas considerando os dados informados até então pelo usuário, da seguinte maneira:

- 1) Se o usuário optou por preencher os dados de sua instalação, na Seção 2, os resultados que aparecerão nas Seções 3 e 5 serão usados para responder qual a quantidade de energia que a turbina escolhida irá suprir e em quanto tempo o retorno financeiro do investimento se dará.
- 2) Se o usuário optar por preencher os dados de sua conta de luz, na Seção 4, o sistema irá considerar estes dados no lugar dos dados da instalação elétrica, mesmo que os dados da instalação elétrica (Seção 2) já estiverem sido preenchidos. Se o usuário desejar refazer sua simulação com os dados de sua instalação, da Seção 2, deverá deixar os valores da Seção 4 (Carga média e Valor médio) com os valores default do aplicativo: 0.0 (isso é possível fazer preenchendo os três campos de Carga Consumida com valores = 0 [zero] e clicar em Calcular média).
- 3) O sistema não irá considerar as informações contidas na Seção 6 para os resultados da Seção 7 parte A.

As opções das simulações a serem realizadas nesta Seção 7 parte A são:

- **Diâmetro até 1m:** Esta opção irá simular cruzando os dados informados pelo usuário com os dados de uma turbina genérica com diâmetro do rotor até um metro. Estas turbinas geralmente não são indicadas para conexão na rede elétrica de concessionárias de energia.
- **Diâmetro entre 1m e 1,50m:** Esta opção irá simular cruzando os dados informados pelo usuário com os dados de uma turbina genérica com diâmetro do rotor entre um metro e um metro e meio. Algumas destas turbinas podem ser indicadas para conexão na rede elétrica de concessionárias de energia, dependendo das especificações do fabricante.
- **Diâmetro entre 1,5m e 2m:** Esta opção irá simular cruzando os dados informados pelo usuário com os dados de uma turbina genérica com diâmetro do rotor entre um metro e meio e dois metros. Algumas destas turbinas podem ser indicadas para conexão na rede elétrica de concessionárias de energia, dependendo das especificações do fabricante.
- **Diâmetro entre 2m e 3m:** Esta opção irá simular cruzando os dados informados pelo usuário com os dados de uma turbina genérica com diâmetro do rotor entre dois e três metros. Muitas destas turbinas podem ser indicadas para conexão na rede elétrica de concessionárias de energia, dependendo das especificações do fabricante.
- **Emissões de dióxido de carbono:** O usuário poderá clicar no botão com símbolo "proibido CO₂" para saber a quantidade de dióxido de carbono, que é um gás nocivo para o ambiente, irá evitar com uso da turbina selecionada. Este botão deverá ser acionado sempre APÓS a escolha da turbina.

Nota 1: As simulações feitas na Seção 7 parte A, funcionarão apenas se o usuário, no mínimo, preencher os dados da Seção 1 e da Seção 2 ou Seção 4, clicando em Calcular ou Calcular média e clicar em Calcular gerador na Seção 5.

Nota 2: Os valores informados nesta Seção não servem como único parâmetro para investimentos de qualquer ordem, principalmente em conversão de energia, a que este aplicativo se propõe. Os dados apresentados nos resultados de todas as seções deste aplicativo são de caráter exclusivamente informativo.

Nota 3: Os dados de fator de emissão foram considerados com base no Ministério do Meio Ambiente.

Parte B) Vento informado pelo usuário (VALORES APROXIMADOS)

Método de simulação: As simulações desta Seção, seja com qual diâmetro for, serão realizadas considerando os dados informados até então pelo usuário, da seguinte maneira:

- 1) Nesta parte B, os cálculos são realizados considerando equação de potência para turbina eólica. Os parâmetros que se diferenciam entre as opções disponíveis são o diâmetro do rotor e a velocidade do vento. A velocidade do vento considerada nesta parte é a informada pelo usuário na Seção 1, com acréscimo da possível velocidade medida pelo usuário e informada na Seção 6.
- 2) Se o usuário optou por preencher os dados de sua instalação, na Seção 2, os resultados que aparecerão nas Seções 3 e 5 serão usados para responder qual a quantidade de energia que a turbina escolhida irá suprir e em quanto tempo o retorno financeiro do investimento se dará.
- 3) Se o usuário optar por preencher os dados de sua conta de luz, na Seção 4, o sistema irá considerar estes dados no lugar dos dados da instalação elétrica, mesmo que os dados da instalação elétrica (Seção 2) já estiverem sido preenchidos. Se o usuário desejar refazer sua simulação com os dados de sua instalação, da Seção 2, deverá deixar os valores da Seção 4 (Carga média e Valor médio) com os valores default do aplicativo: 0.0 (isso é possível fazer preenchendo os três campos de Carga Consumida com valores = 0 [zero] e clicar em Calcular média).
- 4) O sistema irá considerar as informações contidas na Seção 6, medição de vento, para os resultados da Seção 7 parte B.

As opções das simulações a serem realizadas nesta Seção 7 parte B são:

- **Diâmetro até 1m:** Esta opção irá simular cruzando os dados informados pelo usuário com os dados de uma turbina genérica com diâmetro do rotor até um metro. Estas turbinas geralmente não são indicadas para conexão na rede elétrica de concessionárias de energia.
- **Diâmetro entre 1m e 1,50m:** Esta opção irá simular cruzando os dados informados pelo usuário com os dados de uma turbina genérica com diâmetro do rotor entre um metro e um metro e meio. Algumas destas turbinas podem ser indicadas para conexão na rede elétrica de concessionárias de energia, dependendo das especificações do fabricante.
- **Diâmetro entre 1,5m e 2m:** Esta opção irá simular cruzando os dados informados pelo usuário com os dados de uma turbina genérica com diâmetro do rotor entre um metro e meio e dois metros. Algumas destas turbinas podem ser indicadas para conexão na rede elétrica de concessionárias de energia, dependendo das especificações do fabricante.
- **Diâmetro entre 2m e 3m:** Esta opção irá simular cruzando os dados informados pelo usuário com os dados de uma turbina genérica com diâmetro do rotor entre dois e três metros. Muitas destas turbinas podem ser indicadas para conexão na rede elétrica de concessionárias de energia, dependendo das especificações do fabricante.
- **Emissões de dióxido de carbono:** O usuário poderá clicar no botão com símbolo "proibido CO₂" para saber a quantidade de dióxido de carbono, que é um gás nocivo para o ambiente, irá evitar com uso da turbina selecionada. Este botão deverá ser acionado sempre APÓS a escolha da turbina.

Nota 1: As simulações feitas na Seção 7, parte B, funcionarão apenas se o usuário, no mínimo, preencher os dados da Seção 1, da Seção 2 ou Seção 4, (a seção 6 é optativa) clicando em Calcular ou Calcular média e clicar em Calcular gerador na Seção 5.

Nota 2: Os valores informados nesta Seção não servem como único parâmetro para investimentos de qualquer ordem, principalmente em conversão de energia, a que este aplicativo se propõe. Os dados apresentados nos resultados de todas as seções deste aplicativo são de caráter exclusivamente informativo.

Nota 3: Os dados de fator de emissão foram considerados com base em cálculos do Ministério de Ciência e Tecnologia do Brasil.

[Voltar ao topo da página](#)

Informações sobre geração distribuída



SIEólica

Sistema de Informações para Geração de Energia Eólica

Geração Distribuída de Energia



A Resolução Normativa nº 482/2012 é a regra que estabelece as condições gerais para o acesso de micro e minigeração aos sistemas de distribuição de energia elétrica e cria o sistema de compensação de energia elétrica, que permite ao consumidor instalar pequenos geradores em sua unidade consumidora e trocar energia com a distribuidora local. A regra é válida para geradores que utilizem fontes incentivadas de energia (solar, eólica, biomassa, hídrica e cogeração qualificada).

Pelo sistema, a unidade geradora instalada em uma residência, por exemplo, produzirá energia e o que não for consumido na própria residência será injetado no sistema da distribuidora, gerando créditos que serão utilizados para diminuir o valor da fatura de energia elétrica e para abater o consumo dos meses subsequentes. Os créditos poderão ser utilizados em um prazo de 36 meses e as informações estarão na fatura do consumidor, a fim de que ele saiba o saldo de energia e tenha o controle sobre a sua fatura.

A geração de energia elétrica próxima ao local de consumo, chamada de "geração distribuída", traz uma série de vantagens sobre a geração centralizada tradicional, como, por exemplo, economia dos investimentos em transmissão, redução das perdas nas redes e melhoria da qualidade do serviço de energia elétrica.

∴ Texto retirado da página da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica).

Informações sobre turbina eólica de pequeno porte



Sistema de Informações para Geração de Energia Eólica

[Projeto de uma TEEP](#) [Voltar](#)

“Aerogeradores são as máquinas utilizadas para capturar e converter a energia cinética dos ventos e são constituídos, basicamente, de uma turbina ou rotor eólico, de um gerador elétrico e de sistemas integrados ou auxiliares, como a caixa de multiplicação e sistemas de orientação. Tais máquinas tiveram sua origem nos antigos moinhos de vento, que convertiam a energia cinética dos ventos em energia mecânica. Em épocas mais recentes, essas máquinas passaram a ser utilizadas para produção de energia elétrica.”

Dalmaz, 2007.

Partes do Aeroerador

Rotor

É formado pelas pás, eixo, conjunto de rolamentos e outras partes mecânicas, normalmente metálicas, que permitem que as pás girem apenas com a força do vento. As TEEH (Turbinas Eólicas de Eixo Horizontal) são compostas geralmente de 3 pás. Já se utilizou: madeira, aço, alumínio, fibra de carbono e fibra de vidro como material.

Sistema de Transmissão

São as Engrenagens e demais partes que transferem torque ao gerador. Atualmente algumas turbinas não utilizam sistema de transmissão, ficando o eixo do rotor ligado diretamente no gerador elétrico.

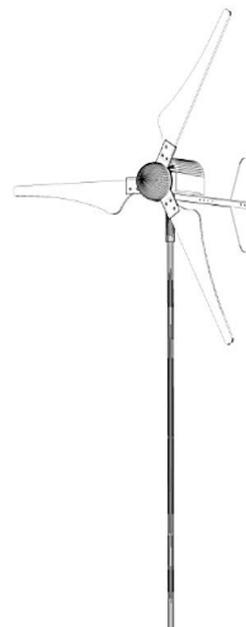
Gerador Elétrico

É o equipamento que efetivamente transforma energia cinética em eletricidade. A potência do Aeroerador depende da potência do gerador elétrico, que por sua vez depende da área varrida pelas pás. Quanto maior é essa área, maior o torque conferido ao gerador, conseqüentemente maior será a potência gerada.

Mecanismo de Controle

São os freios aerodinâmicos, sistemas de rotação das pás em seu eixo longitudinal, mecanismos de segurança e etc. São utilizados em turbinas de grande porte. Raramente turbinas pequenas são dotadas de sistemas desse tipo. Normalmente o custo inviabiliza sua utilização em TEEP.

Além dessas partes, uma turbina ainda conta com uma carenagem, partes de sustentação, mecanismos para girar em torno de seu eixo (face para o vento).

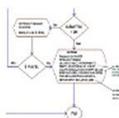


Informações de sobre geração de energia eólica



Sistema de Informações para Geração de Energia Eólica

[Turbina Eólica de Pequeno Porte](#) |
 [Mapa Eólico Brasileiro](#) |
 [Voltar](#)



Projeto

Um projeto de um sistema de geração de energia deve ser composto por etapas que funcionam de forma integrada. Deve contemplar a forma de conversão, a potência requerida, o local onde será instalada a turbina, entre outros aspectos. O projeto deve guiar a execução do sistema para não haver erros.



Equipamentos

Equipamentos de conversão de energia eólica são denominados AEROGERADORES. Um aerogerador pode ser de grande porte, como os vistos em usinas eólicas, de médio e pequeno porte. No caso de utilizar em casa, deve ser adotado um equipamento de pequeno porte. Pode ser instalado em uma torre fixada na alvenaria da edificação, ou em uma torre isolada. Deve sempre ficar acima do telhado, priorizando assim o vento mais adequado para gerar energia.



Montagem

A montagem da turbina requer cuidado especial. Deve-se usar equipamentos de proteção individual (EPI) de acordo com normas de segurança no trabalho. Normalmente a montagem é feita por equipe especializada disponibilizada pelo fabricante do equipamento. Além da montagem da torre, deve ser montado o sistema elétrico, composto por cabos, chave disjuntora, inversor de carga e etc.



Geração

Quando você gerar sua própria energia, poderá se tornar autosuficiente e independente das concessionárias de energia elétrica. Além de gerar eletricidade, é possível fornecer excedentes para a rede. Isso gera créditos de energia e esses créditos poderão ser usados quando não tiver vento.



Economia

Este é o resultado de todo o processo. A economia, não só de energia, mas financeira, é o objetivo do processo. Ao gerar energia de uma fonte limpa e renovável você estará contribuindo para um mundo ambientalmente melhor.

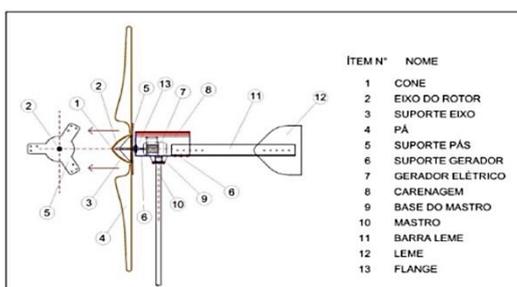
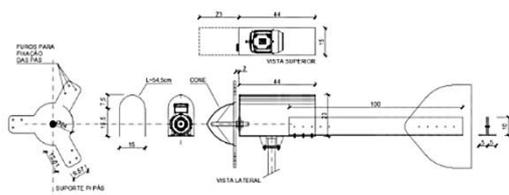
Informações de sobre protótipo de turbina eólica de pequeno porte



Sistema de Informações para Geração de Energia Eólica

Voltar

Projeto Turbina Eólica de Pequeno Porte



O projeto de uma Turbina eólica de pequeno porte é essencialmente um projeto mecânico. A maioria das partes de uma turbina é metálica, porém as pás atualmente são feitas em materiais compósitos. Os mais comuns são as fibras de vidro, que são compósitos poliméricos.

Fotos do protótipo



Montagem do protótipo



Veja o funcionamento de um protótipo feito em papel cartão



Informações sobre Smart Grid e geração distribuída



SIEólica

Sistema de Informações para Geração de Energia Eólica

[Voltar](#)

Conceito de Smart Grid e Geração Distribuída

O conceito de redes inteligentes de energia elétrica não é novo. Agregar formas de obter-se informações, principalmente através de tecnologia computacional, já vem sendo feito a certo tempo. Além disso, pode-se citar o ano de 2012 como o início efetivo da geração distribuída de energia elétrica no Brasil, quando foi permitida a ligação de pequenos geradores na rede elétrica das concessionárias.

Gestão de energia considerando Redes Elétricas Inteligentes

Smart grid, ou redes inteligentes de energia podem ser entendidas como um sistema de rede elétrica com diversos atributos. Esses atributos geram grandes quantidades de informações que podem guiar tomadas de decisões e influenciar na qualidade, confiabilidade e economia em todo o processo.

Em dezembro de 2012 o Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação do Brasil (MCTI), através do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) desenvolveu um documento intitulado Redes Elétricas Inteligentes: contexto nacional. Esse documento trata dos diversos assuntos relacionados às redes elétricas inteligentes ou smart grid.

No documento sugere-se que o conceito de REI, ou Redes Elétricas Inteligentes pode ser compreendido como redes elétricas que utilizam tecnologia digital avançada para monitoramento e gerenciamento em tempo real do fluxo de energia e de informações de forma bidirecional, ou seja, no sentido da geração para o consumo e vice-versa.

A importância que países da Europa, Ásia, assim como da América do Norte dão para esse assunto é um indicio de que o tema tem grandes possibilidades de geração de novos serviços e novos mercados, além do desenvolvimento da cadeia de energia elétrica como um todo, desde a geração até o consumo.

Segundo o relatório Redes Elétricas Inteligentes do MCTI, os investimentos em REI das regiões mais desenvolvidas economicamente na Terra não são realizados pelos mesmos motivos, ou seja, cada região traça suas próprias estratégias, mas com os mesmos objetivos de construir uma rede inteligente que opere para reduzir desperdícios e ser mais eficiente, principalmente do ponto de vista das tecnologias de informação e comunicação (TICs).

No Brasil os principais grupos envolvidos nesse tema são: os grupos políticos incluindo o Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação, o Ministério de Minas e Energia e o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio. O grupo das Agências Reguladoras envolve a ANEEL e a ANATEL – Agência Nacional das Telecomunicações. O grupo de tecnologia envolve instituições de pesquisa e desenvolvimento e as universidades. O grupo que lida com normas e certificações envolve ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, Inmetro – Instituto Nacional de Metrologia e outros laboratórios associados. Além desses grupos envolvidos, estão juntos no contexto de atuação das REIs as empresas fornecedoras, empresas de energia e o mercado consumidor.

Todos esses atores contam com alguns objetivos em comum no desenvolvimento das REIs. Entre os principais destacam-se melhoria da qualidade dos serviços de energia no Brasil e a redução de perdas por parte dos setores de geração, transmissão, distribuição e, principalmente, consumo.

Porém a implantação de Redes Elétricas Inteligentes mostra-se um processo complexo. Os benefícios são bem definidos, mais o desenvolvimento de infraestrutura, assim como capacidade de operação, gestão, avaliação e estabilização ainda são um desafio para a sociedade, mesmo em países em desenvolvimento. Apesar disso o Brasil conta com 178 projetos de desenvolvimento de Redes Elétricas Inteligentes coordenados pela ANEEL (CGEE, 2012).

Nesse sentido crescem as possibilidades de implantação de ações locais, que inicialmente podem ser organizadas para suprir pequenas necessidades, mas que em um contexto maior podem constituir as bases para implantação de REIs. A minigeração e a microgeração de energia são exemplos dessas ações.

Geração Distribuída

Em 2004 foi instituído o Decreto nº 5.136/2004, que determinou o conceito de geração distribuída no Brasil. Tal lei especificou que é possível conectar qualquer fonte geradora ao sistema de distribuição de energia elétrica, exceto fontes hidráulicas com capacidade instalada superior a 30 MW e unidades térmicas com rendimento inferior a 75% (CGEE, 2012).

A partir dessa lei foi estabelecido o PRODIST, Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional, com algumas regras como:

- Procedimentos para a conexão;
- Nível de tensão de conexão, dependendo do nível de potência;
- Requisitos mínimos de proteção;
- Equipamentos de medição;
- Níveis de qualidade aceitáveis para conexão das unidades.

Porém essa iniciativa não foi suficiente para desencadear um movimento maior de adesão ao sistema de geração distribuída por parte da sociedade. A partir desse fato foi realizada em 2010 uma consulta pública a fim de se obter contribuições para o setor de energia elétrica. Entre as contribuições recebidas, a que foi considerada de senso comum foi a formulação de requisitos mínimos para conexão das unidades de geração. Esses requisitos deveriam ser aceitos pelas distribuidoras de energia de todo o país.

O tema geração distribuída ainda assim não havia ganhado repercussão nacional, e em abril de 2012 a ANEEL publicou a Resolução Normativa 482 de 17 de abril de 2012, que estabelece as condições gerais para acesso de mini e microgeração distribuída ao sistema de distribuição de energia elétrica. Além disso, a resolução trata do sistema de compensação de energia elétrica (CGEE, 2012). Para ser considerada central microgeradora esta deve ter potência instalada igual ou menor a 100 kW. Já as centrais minigeradoras devem ter potência superior a 100 kW e igual ou inferior a 1 MW. Além disso, outra condição imposta pela ANEEL é que a geração seja feita através de fontes renováveis como solar, eólica, biomassa entre outras.

O incentivo no recebimento de créditos de energia para produtores que gerem mais energia do que consumirem representa um potencial atrativo no contexto da geração distribuída. Essa prática elimina a obrigação do uso de baterias acumuladoras para se utilizar energia em períodos em que não se pode gerar, no caso da falta de vento para turbinas eólicas, por exemplo.

Página incompleta sobre informações



Sistema de Informações para Geração de Energia Eólica

[Voltar](#)

Em construção

Logo haverá conteúdo aqui.

SIEólica - Julio Pires - Doutorado UFRGS 2016

Informações sobre certificação de TEPP



Sistema de Informações para Geração de Energia Eólica

[Voltar](#)

Certificação de produtos

Certificação de produtos industrializados é algo bastante comum atualmente. É um indicador para consumidores de que os produtos, processos ou serviços atendem a padrões mínimos de qualidade. No Brasil o Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – CONMETRO estabeleceu em 1992 o Sistema Brasileiro de Certificação – SBC. O SBC é um sistema reconhecido pelo Estado Brasileiro e possui suas próprias regras e procedimentos de gestão. O órgão de acreditação do SBC é o INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial.

No Brasil é possível obter-se certificação de conformidade de produtos, serviços ou processos no âmbito do SBC. Segundo o portal do Inmetro, as entidades ou empresas interessadas em obter certificação de seus produtos devem procurar orientação de um organismo de certificação credenciado pela Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro.

Certificação de conformidade é um documento emitido pelo organismo de certificação do Inmetro, de acordo com as regras de um sistema de certificação e que atesta a qualidade de um processo, produto, sistema ou serviço. Este documento deve ser emitido com base em normas elaboradas por entidades reconhecidas no âmbito do SINMETRO – Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial ou com base em regulamentos técnicos emitidos por órgãos regulamentadores oficiais.

Certificação para Turbinas Eólicas de Pequeno Porte

Turbinas eólicas de pequeno porte são produtos industrializados e, portanto, passíveis de processo de certificação por meios legais previstos na legislação brasileira. Porém existem outros órgãos que tratam de normatização e certificação de produtos relacionados com energia eólica. A AWEA – American Wind Energy Association, por exemplo, é uma associação norte americana que elabora normas relativas a turbinas eólicas.

A AWEA é reconhecida pela ANSI – American National Standards Institute como um órgão que desenvolve normas. Em 2009 a AWEA publicou a AWEA Small Wind Turbine Performance and Safety Standard (AWEA Standard 9.1 – 2009). Essa norma tem por objetivo estabelecer critérios de avaliação de qualidade de engenharia aplicada às turbinas eólicas de pequeno porte, além de fornecer dados de desempenho a consumidores para ajuda-los na decisão de compra. AWEA (2009).

A certificação de turbinas eólicas de pequeno porte obtida por critérios estabelecidos nesta norma AWEA 9.1 – 2009 é realizada por agências como SWCC – Small Wind Certification Council ou NRTL - Nationally Recognized Testing Laboratory. Todas norte americanas. Os passos para certificação incluem teste de desempenho, teste de acústica, teste de resistência mecânica e teste de durabilidade. Para cada teste a norma estabelece um conjunto de regras que devem ser cumpridas. Ao final são elaborados relatórios certificando ou não o produto.

Em nível internacional, tem-se também a IEC 61400-2 de 2006, elaborada pela International Electrotechnical Commission. Esta norma lida com segurança, garantia de qualidade e integridade, no âmbito da engenharia, de turbinas eólicas de pequeno porte, incluindo projeto, instalação e operação em condições externas específicas. IEC 61400-2 (2006).

Para fins de projeto de turbinas, a IEC 61400-2 constitui-se um documento bastante importante, visto que em seu escopo encontram-se informações e subsídios desde definições e enquadramento de tipos de turbinas até casos de carregamento para realização de testes estruturais. Esta norma será revisada e consultada efetivamente no capítulo 3.

Além destas, existem outras normas tais como a Small Wind Turbine Performance and Safety Standard, da British Wind Energy Association. Trata-se de uma norma britânica que se baseia na IEC 61400-2. Na Inglaterra existe um sistema de certificação de microgeração, o MCS – Microgeneration Certification Scheme, que é um órgão internacional, independente e reconhecido. Esse órgão utiliza a MCS006 Wind Turbine Product Standard, que se refere à norma britânica citada acima.

Os mecanismos que padronizam os produtos, assim como os projetos de turbinas eólicas de pequeno porte servem como parâmetros de qualidade. A partir de um conjunto de especificações de normas pode-se obter produtos mais confiáveis.

Assim como as normas, os certificados oficiais tendem sempre a ser acreditados por organizações internacionais isentas e idôneas.

SIEólica - Julio Pires - Doutorado UFRGS 2016

Informações sobre história da energia eólica



Sistema de Informações para Geração de Energia Eólica

[Voltar](#)

Início do uso da energia eólica

Existem controvérsias no que tange a data de início da utilização da força do vento pelo homem. Segundo Marschoff (1992), em torno de 3000 a.C. os egípcios iniciaram o uso do vento como forma de energia para ajudar os escravos na propulsão de seus barcos. Já para Tolmasquim (2003), pelo menos há 5000 anos eram feitas navegações pelo Rio Nilo, no Egito, utilizando velas.

Na idade antiga, os persas construíam moinhos de vento de eixo verticais utilizados para moagem de grãos. Outros moinhos foram desenvolvidos na Holanda e Inglaterra. Na Idade Média as lâminas e engrenagens tiveram projetos mais avançados, melhorando muito sua tecnologia (Marschoff, 1992).

O moinho de vento persa, mostrado na Figura 1, era bastante rudimentar pela pouca experiência daquela civilização na prática do uso do vento. Por certo, foi um dos primeiros povos a construir cata-ventos acoplados em edificações. Essas estruturas serviam principalmente para mover mecanismos com função de moagem de grãos ou elevação de água.



Figura 1 - Moinho de vento persa

Fonte: www.ullesthorpwindmill.org.uk/images/uploads/gulfVillage.jpg

Na Europa, segundo Steadman (1978), até o século XII não se conheciam moinhos de vento. Entretanto, com a introdução desses dispositivos através das pessoas que combatiam nas cruzadas, primeiramente na Inglaterra, os europeus se distinguiram por fazer adaptações e alterações variando de região para região, de acordo com características geográficas e culturais. Dessa forma, certa evolução pode ter culminado no projeto de moinhos de eixo horizontal.

A revolução industrial acelerou o processo de substituição das formas de energia do século XIX. O crescimento das cidades levou ao despovoamento das zonas rurais. A criação de grandes fábricas que se utilizavam da energia a vapor e da novíssima energia elétrica, bem como o advento do motor a combustão interna foram alguns dos fatores que contribuíram para o declínio da atividade dos moinhos de vento.

Atualmente as edificações onde antes funcionavam antigos moinhos passam por processos de restauração para fins de preservação de patrimônio. A principal atividade é exploração turística.

Alguns fatores contribuíram para o desenvolvimento da turbina de geração de eletricidade. Para Carvalho (2003), o professor e cientista Poul La Cour (1846 – 1908) foi um dos pioneiros para construção de modernas turbinas eólicas. Em sua época, Poul La Cour construiu um túnel de vento para realização de experimentos e já considerava um dos problemas envolvendo energia eólica: o armazenamento de energia.

Em 1956 o engenheiro Johannes Juul construiu, para a empresa Seas, na Dinamarca, uma turbina com três pás, gerador assíncrono e freios aerodinâmicos nas pontas das pás. Esta turbina foi por diversos anos a maior do mundo, tendo posteriormente aos onze anos de vida útil sem manutenção, seu condicionamento em 1975 a pedido da NASA (Agência Aeroespacial Norte Americana), para estudos de medições objetivando o novo programa de energia eólica dos Estados Unidos. (Appio, 2001).

Após a fase de declínio dos antigos moinhos, a década de 1970 trouxe consigo uma grande crise mundial de petróleo. Este fato despertou novamente interesse por parte de países europeus e dos Estados Unidos na busca de novas fontes de energia independentes do petróleo e do carvão. É dessa forma que nasce, ou renasce a indústria de equipamentos específicos para conversão de energia eólica em energia elétrica.

Por volta da década de 1970, os dinamarqueses investiram em projetos de aerogeradores de pequeno porte para geração de energia elétrica. Algumas pequenas e médias empresas que fabricavam maquinário agrícola naquele país, começaram a desenvolver pequenos rotores eólicos. Estes equipamentos tinham venda assegurada para fazendeiros ou proprietários particulares (Hau, 2006).

Segundo o IDER, Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Energias Renováveis, a primeira turbina eólica comercial ligada à rede elétrica pública foi instalada na Dinamarca, em 1976. O pioneirismo dos dinamarqueses pode representar um bom exemplo de como iniciar um movimento para ampliar a atividade de conversão energética em pequena escala.

Atualmente a energia eólica é uma realidade já consolidada. Existem incentivos de setores da economia, de setores que tratam do meio ambiente, entre outros. No Brasil e em grande parte do mundo o crescimento da energia eólica é bastante visível.

As grandes centrais eólicas estão gerando energia suficiente para se equipararem aos outros métodos de conversão de energia mais tradicionais em alguns países, como a Dinamarca, por exemplo.

Entre alguns dos agentes envolvidos no desenvolvimento do setor de energia eólica estão os governos, os fabricantes, as concessionárias de energia (algumas atuam na geração, transmissão e distribuição), empresas que investem nesse setor, laboratórios e pesquisadores, além dos consumidores. Os interesses tendem a ser comuns, logo o setor tende a crescer.

Aplicativo de simulação em inglês



SIEolica

Information System for Wind Energy Generation

 User guide
 Feedback
 Home

Generation System Simulation

1. General data

Price kWh*  Average wind speed m/s

*The values resulting from the simulations do not consider incidence of fees of any kind, only use the value of kWh informed by user.

2. Electrical installation data

Number of devices	Operating time per day (hours) 	Time	Number of devices	Operating time per day (hours) 	Time
<input type="checkbox"/> Air cond. 7500 BTU - 1100W	<input type="text"/>		<input type="checkbox"/> Freezer - 120W	24	
<input type="checkbox"/> Air cond. 12000 BTU - 1900W	<input type="text"/>		<input type="checkbox"/> Electric Frier - 1200W	<input type="text"/>	
<input type="checkbox"/> Vacuum Cleaner - 1000W	<input type="text"/>		<input type="checkbox"/> Incand.lamp.100W	<input type="text"/>	
<input type="checkbox"/> Electric boiler - 5000W	<input type="text"/>		<input type="checkbox"/> Incand.lamp.60W	<input type="text"/>	
<input type="checkbox"/> Shower - summer - 3200W	<input type="text"/>		<input type="checkbox"/> Eletron.lamp.13W	<input type="text"/>	
<input type="checkbox"/> Shower - winter - 5400W	<input type="text"/>		<input type="checkbox"/> Eletron.lamp.20W	<input type="text"/>	
<input type="checkbox"/> Computer - 350W	<input type="text"/>		<input type="checkbox"/> Fluor.lamp.32W	<input type="text"/>	
<input type="checkbox"/> eletric heater - 1500W	<input type="text"/>		<input type="checkbox"/> Dishwasher - 2700W	<input type="text"/>	
<input type="checkbox"/> Iron - 1000W	<input type="text"/>		<input type="checkbox"/> Wash clothes cool - 600W	<input type="text"/>	
<input type="checkbox"/> Wash clothes - hot - 1500W	<input type="text"/>		<input type="checkbox"/> Electric faucet - 3500W	<input type="text"/>	
<input type="checkbox"/> Washer jet - 350W	<input type="text"/>		<input type="checkbox"/> TV 32" to 40" - 200W	<input type="text"/>	
<input type="checkbox"/> Microwave - 1300W	<input type="text"/>		<input type="checkbox"/> Fan - 100W	<input type="text"/>	
<input type="checkbox"/> Refrigerator - 75W	24		<input type="checkbox"/> Ceiling fan - 200W	<input type="text"/>	
<input type="checkbox"/> Dryer clothes - 3500W	<input type="text"/>		<input type="checkbox"/> Additional power in W	<input type="text"/>	

3. Results of electrical charges and value

Installed charge	Defendant charge	Real charge/month (kWh)	Average value/month (\$)
------------------	------------------	-------------------------	--------------------------

4. Electricity bill data

Complete **ONLY** if you do not fill in the details of yours devices

Complete in the fields with the last 3 charge values consumed, available in your electricity bill.

Charge value consumed #1	Charge value consumed #2	Charge value consumed #3
<input type="text"/> kWh	<input type="text"/> kWh	<input type="text"/> kWh
Calc. average Average charge (kWh)	0.0	Average value bill (\$) 0.0

5. Simulation Wind Turbine

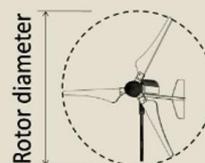
Calculate

*This calculate considers the average wind speed reported and the real charge or the average charge of the electricity bill. A wind turbine with the dimensions given below serve to supply, for one month, the real charge consumed or the average charge. For more informations, see the [User Guide](#).

Swept area by the blades:

Rotor diameter:

Average wind speed:



If you can measure the wind at a given time, consider filling the following data to make a more realistic simulation

6. Simulation of Wind Turbine considering wind measurement

Measurement data ?

Wind speed	Time in hours per day	Measured days (in a month)
0.0 m/s	<input type="text"/> h	1 days

Calc. wind turbine

Swept area by the blades:

Rotor diameter:

*This calculation takes into account the data of measurement and the average wind speed informed early (initially for the 30 days of the month, 24 hours a day). Measurement data that you made were considered as follows: The wind speed that it performed was incorporated into the average speed informed early. If you filled out the average wind speed 4m/s and measured, during 15 days, for 24 hours per day, an average of 8m/s, so the wind speed considered in calculate was 6m/s (the average between 4m/s [15 days] and 8m/s [15 days]). But if you measured for only 1 day (24 hours) in the month, the wind speed will be considered: 4m/s for 29 days and your measuring for 1 day.

**If you want to simulate considering only their wind measurements, complete data measurement and assign 0 (ZERO) in the wind average speed field, located at [top of the form](#).

7. Wind turbines available in the market

Choose a wind turbine and know what will be your financial return*

A) All data reported by manufacturers

Diameter up to 1m	<p>You will have a wind turbine with approximately _____ m of diameter and will supply _____ % of their monthly consumption. The average market value of this set is in the range of \$ _____ . Investing this amount, your financial return will be in _____ months,(_____ years).</p>
Diameter 1m to 1,50m	
Diameter 1,50m to 2m	
Diameter 2m to 3m	

B) Wind speed reported by the user (APPROXIMATED VALUES)

Diameter up to 1m	<p>You will have a wind turbine with approximately _____ m of diameter and will supply _____ % of their monthly consumption. The average market value of this set is in the range of \$ _____ . Investing this amount, your financial return will be in _____ months,(_____ years).</p>
Diameter 1m to 1,50m	
Diameter 1,50m to 2m	
Diameter 2m to 3m	

*The data reported in this part of the simulation takes into account the real electric charge informed by you. In addition to this charge, it was considered the value of the kilowatt hour informed. Commercial turbines purchase prices are based on market research conducted in December 2015. The financial return calculation took into account, in option A) information of commercial turbine manufacturers currently on the market and in the option B) data equations for design of small wind turbines, especially the wind entered by the user. In addition to the turbine price, it was considered the tower price, installation, inverter and other items for the equipment installation. This calculation method should not be the only or definitive source of information when investing in a wind energy system. When you purchase equipment make sure it is certified by an international official certification institute.

Click [here](#) to review this APP

Guia do usuário em inglês



SIEolica

Information System for Wind Energy Generation



SIEolica User Guide

The APP is divided into 7 sections. Here is what each of them.

Overview and First Steps

Section 1. General data

Section 2. Electrical installation data

Section 3. Results of electrical charges and value

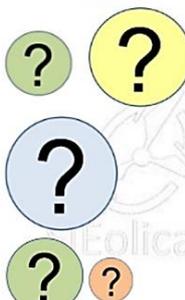
Section 4. Electricity bill data

Section 5. Simulation Wind Turbine

Section 6. Simulation of Wind Turbine considering wind measurement

Section 7. Wind turbines available in the market

print this guide



Overview and First Steps

Welcome to the SIEolica User Guide. The APP was developed entirely through an academic research at the Federal University of Rio Grande do Sul - UFRGS.

This guide will provide you simply and directly information about using the APP.

The SIEolica application is part of a system of information namesake designed for use online. The application was developed to perform simulation of power generation with Small Wind Turbine - SWT. Anyone interested in generating your own energy is welcome and can use the application.

However you should be aware that SIEolica is designed to perform simulations and should not be used as a decisive argument for investment in any type of equipment or process.

Starting a simulation

Upon entering the Application page, the user is faced with 7 sections. Each is described on Sections Index this guide.

To start the simulation, the user must provide some requested data. If necessary, you can use the wind speed converter on the right of the first section.

After filling various fields of Sections 1 and 2, you must click Calculate and then Bargraph. At this time the application will respond with charges and power consumption informations in Section 3, and presents bargraphs that show which device consumes more power over the use of time, in Section 2.

You may choose to fill the electricity charges which consumed, according to your electricity bill (the utility electricity bill). By filling these data, the previous values shown in Section 2 will no longer be considered in the calculation of the following wind turbine.

The next step is to calculate the wind turbine. To do this just click the "Calculate". The APP will provide appropriate dimensions of a wind turbine to supply all the electrical charge informed by user.

If the user has the possibility to measure wind speed where you want to install a turbine, may fill some data in Section 6. These data will be considered to recalculate the wind turbine.

Finally in Section 7 You can choose from a few options a commercial turbine with existing features. This section was divided into Part A and Part B. In Part A simulation is based on information obtained exclusively from wind turbine manufacturers. In Part B calculations were developed from wind energy conversion equations considering user data as reported wind speed and power charge informed or calculated.

The APP operation is linked to the completion of the requested data by the user, with its sequential and orderly functioning section in Section.

It is inadvisable to perform simulations without providing all the information needed and requested in each section.

It is advised to the user that before or after performing the simulations, search in the system pages for information about wind energy and distributed generation.

[Back to the top](#)

Section 1. General data

These data are provided by the user.

- The first field named **Price kWh** it should be filled with the value that is in the electricity bill of the electric utility. If this is not completed, you can not get **average consumption/month** that you will have.
- The second field is the **area of residence**, whose filling is not required for the operation of the application.
- The third field is the **average wind speed**. Here the user must fill paying attention to the quote preceded by **, just below the required fields. The average wind speed must not be, at this moment, the speed that the user measured using anemometers. The wind speed measurement is required in a field in Section 5.
- The fourth field is a converter measures done to facilitate the filling of wind speed, as this shall be given in meters per second (m/s). In the converter you must complete the wind speed value in kilometers per hour (km/h) and click 'conversion'. The corresponding value will appear in red, meters per second, beside the kilometers per hour informed field.

[Back to the top](#)

Section 2. Electrical installation data

This section presents the most common power consuming devices used in homes. You must fill in every field with the value corresponding to the number of devices you have and then the time of the use (in hours) of the corresponding device.

Each device has its power write next to the name. The user can to check if it is according to your reality.

Time fields must be filled in relation to hours of use per day, with consistent fractions. For example, if the air conditioner 7500 BTU is used for 2 hours a day, every day of the month, then the time field should be filled with the number 2. If you use the same device for 2 hours per day, but for 15 days a month, then the field should be filled with 1. But if your device is used half an hour a day for every day of the month, the time field should be filled with 0.5 (it must be used point and not a comma).

The time slices are then as follows: 1 hour = 1 - half hour = 0.5 - 15 min = 0.25 - 10 minutes = 0.17, and so on.

The fields that describe devices that the user does not have, or do not use, no need to be filled, can be left blank which will not be considered.

After filling, you must click Calculate to be appear the results in Section 3. After calculation, you can generate bargraphs that show the user consumption according to the information provided. By clicking on Bargraph, appear graphic type bars after the Time fields. In addition to graphics, appear the percentage of consumption. This part makes it clear what are the devices that consume more energy, providing subsidies for the user to understand where he spends more electricity.

The bargraphs appear in red when consumption device that exceed 15% of the total consumption residence. But if it appear in yellow, it means that consumption is between 11% and 15%. If the graphic is green, the consumption is equal to or less than 10% of the total consumed. Bargraph button should be activated always after the Calculate button. The user can modify the data in any field and click calculate to redo the calculations. To redo the updated graphics according to the recalculated values, simply click bargraphs again.

Note: The list of consumer devices was based on the RIC (Regulamento de Instalações consumidoras Fornecimento em Tensão Secundária Rede de Distribuição Aérea, version 1.4 of September 2012) prepared by the companies utilities CEEE, AESSul and RGE.

[Back to the top](#)

Section 3. Results of electrical charges and value

The results presented in this section refer to the data previously entered by the user.

- **Installed charge:** First appears the installed charge, which is the sum of the all charges of the user- selected devices. If the common fan item of equipment quantity field is filled with the number 2, for example, the system considers charge of a common fan x 2, ie 100W X 2, totaling 200W for this item. The installed charge shall be informed, regardless of the user fill the device usage time.
- **Defendant charge:** This charge is generated by a reduction of calculation charge, where it is assumed that the devices do not operate all simultaneously. In calculating the defendant appliances are divided into: air conditioner; resistive; not resistive; electric engine; weld apparatus. The calculation method can be seen in RIC BT, available with the Power Utilities.
- **Real charge:** Charge informed by the user. This charge is calculated by the charge of the selected devices multiplied by the number of devices and the time of use also informed. This method makes it real user experience in the APP, since the method of defendant charge may distort the real charge used by ready formulas, serving more wiring design in electrical installations. The Real charge is calculated for the time of a month, and in kWh (kilowatt hour). This unit was adopted because the value of this charge is used in the calculations of the size of the wind turbine (rotor diameter) and the amount of energy that this turbine will supply, reported in Section 7. The real charge multiplied by the value kWh previously informed, in Section 1, set the average consumption in a month.
- **Average value/month (30 days):** This value refers exclusively to the multiplication of the real charge for the amount of kWh. additional fees values are not included, taxes, fines and other charges that may appear on the user's electricity bill. If the value of kWh in electricity bill include any additional fees, taxes or other charges due to the power Utilities, the value of average consumption / month include these values. The value of average consumption / month will be used in Section 7 to calculate the return on investment.

Note: The real charge values and average consumption / month will not be used if the user fill in the fields of Section 4: Electricity bill data.

[Back to the top](#)

Section 4. Electricity bill data

Filling out the fields in this section must be made ONLY if the user does not fill the data of Section 2. If the charges are fulfilled this Section 4, the wind turbine simulation is performed using the results of these fields, ie, the average charge from electric bill.

If the user's intention is to take the value of the electric bill charge for the simulations, then they must be completed the charge consumed fields #1, charge consumed fields #2 and charge consumed fields #3.

By clicking Calculate average, the system calculates the average of the 3 fields informed. If the user has only one charge value to inform, this value should be in all 3 fields, because the calculation takes into account the fields "blank", always performing the average of the three fields, even if some of them are not filled.

- Average charge (kWh): This charge, if required, be used for the calculation of the wind turbine. You may fill in charge fields, in this section, only if you use these values in the calculation. If the charge average field value is 0.0, which is the "default" system will calculate the wind turbine with the values given in Section 3.

- Average value bill (\$): The value displayed in this field is the result of the charge average in kWh multiplied by the amount reported in Section 1, in the first field.

Note 1: The average charge values and average electric bill value will be used to calculate the dimensions of the wind turbine in Sections 5 and 6, and to calculate the financial return in Section 7.

Note 2: The user can modify the kWh price value in Seções 1 and recalculate the average value of the account in this Section 4.

Note 3: The value that appears in the 'average value account' does not consider taxes or fees that will fall on the user's electricity bill, and this value was the result of simple multiplication between the reported average charge and the amount of kilowatt hours also informed by the user in Section 1.

[Back to the top](#)

Section 5. Simulation Wind Turbina

In this section you will find the Calculate button. When clicked, the user will have three information: area swept by the blades, rotor diameter and average wind speed.

- Area swept by the blades This is the area of the circle whose radius is the length of the blade. This area serves as a reference for manufacturers to set the nominal power of a wind turbine, because the equation that defines this power believes that the area swept by the blades is directly proportional to the power extracted from the wind.

- Rotor diameter Measure twice the length of the turbine blade. This measure is reported to the user to be aware of the approximate size of the wind turbine that will meet your need for electricity. At this point it may be possible to assess the feasibility of installing a turbine in a building, to supply 100% of the demand, because the size may or may not be appropriate for the building or installation location.

- Average wind speed It is the same wind speed informed by the user in Section 1 of the application.

Note: If you simulate the wind turbine with the data of its installation, Section 2, calculations will consider the values shown in Section 3. In this case it is possible to modify any value in Section 2 and / or Section 1 and calculate the charge again. After being shown the new actual use of charge values and average / month consumption, in Section 3, the user can click again Calculate the generator, in Section 5, to retrace the values of this Section. But if you fill in the fields related to the charges of electricity bill, Section 4, the calculation of the generator will be made from these latter informed values, no longer possible to modify the fields of electrical installation data in Section 2 (the system will not to consider these values). Yet you can still modify the average wind speed in Section 1 and recalculate the generator.

[Back to the top](#)

Section 6. Simulation of Wind Turbine considering wind measurement

This section presents the user possibility to fill wind measurement data and is designed only to those able to accomplish this task. If the fields are empty and the user clicks Calculate the generator, the application will repeat the data shown in Section 5.

Wind speed: This field must be filled with wind average speed measured during a certain time. If the user has a reliable equipment to measure wind speed as an anemometer, for example, can make measurements and acquire the average wind speed measured. This average wind speed must be in meters per second (m/s) and should be filled in this field.

Time in hours per day: The time considered in this field is related to wind measurement made by the user and filled in the previous field. Typically wind measuring equipment inform the wind speed depending on the amount of time that was measured. So, it is possible to know how long the wind was measured. For more reliable data, the longer, or the more the amount to be entered in this field approaching 24, more real will be the wind data from the user.

Measured days (in a month): This field should be filled with the number of days the user has measured the wind, regardless of how many hours were spent on the measurement.

Note: The calculation of this section considers the data filled in this Section 6 and the wind speed average, reported in Section 1. The system will consider the data as follows:

The average wind speed was incorporated into the average speed informed at the beginning. For example, to fill the average wind speed 4m/s measure for 15 days for 24 hours a day, an average of 8m/s, then the speed considered in the calculation will be 6m/s (the average of 4m/s [15 days] and 8 m/s [15 days]). However if the wind was measured for only 1 day (24 hours) in 30-day month, the wind speed will be considered: 4m/s for 29 days and measuring for 1 day. If you want to simulate considering only the wind measurements should fill the measurement data and assign 0 (ZERO) in the wind average speed field, located at the beginning of the form, in Section 1.

[Back to the top](#)

Section 7. Wind turbines available in the market

In this section the user can simulate the return on your investment in a wind turbine. The main indicator that differentiates another turbine, adopted here, is the rotor diameter. The rotor diameter (twice the length of the blade) is decisive for the amount of power that the generator will be able to convert. So it was defined four turbine size options to be simulated. Simulations of this section report situations of real turbines. Previous simulations of Sections 5 and 6 were set to inform the dimensions of turbines to supply 100% of the charge reported by the user, both the average electricity bill (Section 4) and the data of the electrical installation (Section 2).

The simulations in this section were divided into Part A and Part B.

Part A) All data reported by manufacturers

Simulation Method: The simulations of this section, or with which diameter is, will be carried out considering the data reported so far by the user, as follows:

- 1) If the user has chosen to fill in the details of its installation, in Section 2, the results that appear in Sections 3 and section 5 will be used to answer how much energy the turbine chosen will meet and how long the financial return on investment is will.
- 2) If the user has chosen to fill in the details of your electricity bill, in Section 4, the system will consider this data in place of the electrical installation data, even if the data of the electrical installation (Section 2) are already filled. If you want to redo your simulation with the data of its installation, Section 2, leave the Section 4 values (average charge and average value) with the default values of the application: 0.0 (this is possible by completing the three Consumed charge fields with values = 0 [zero] and click Calculate average).
- 3) The system will not consider the information contained in Section 6 for the results of Section 7, Part A.

The options of the simulations to be carried out in this Section 7 Part A are:

- **Diameter up to 1m:** This will simulate considering the data provided by the user with the data of a generic turbine with rotor diameter up to one meter. These turbines are generally not suitable for grid connection.
- **Diameter 1m to 1,50m** This will simulate considering the data provided by the user with the data of a generic turbine with rotor diameter of one meter and a meter and a half. Some of these turbines can be suitable for grid connection, depending on the manufacturer's specifications.
- **Diameter 1,50m to 2m** This will simulate considering the data provided by the user with the data of a generic turbine with rotor diameter of one meter and a half and two meters. Some of these turbines can be suitable for grid connection, depending on the manufacturer's specifications.
- **Diameter 2m to 3m:** This will simulate considering the data provided by the user with the data of a generic turbine with rotor diameter between two and three meters. Many of these turbines can be suitable for grid connection, depending on the manufacturer's specifications.

Note 1: The simulations made in Section 7 of Part A, will only work if the user at least fill in the details in Section 1 and Section 2 or Section 4 by clicking Calculate or Calculate average and click Calculate generator in Section 5.

Note 2: The values given in this Section will not serve as the only parameter for investments of any kind, especially in energy conversion, this application proposes. The data presented in the results of all sections of this application are exclusively for information purposes.

Part B) Wind informed user (APPROXIMATE VALUES)

Simulation Method: The simulations of this section, or with which diameter is, will be carried out considering the data reported so far by the user, as follows:

- 1) In this part B, the calculations are performed considering power equation for wind turbine. The parameters that differ from the available options are the rotor diameter and the wind speed. The wind speed considered in this part is the informed user in Section 1, with the increase rate measured by the user and informed in Section 6.
- 2) If the user has chosen to fill in the details of its installation, in Section 2, the results that appear in Sections 3 and section 5 will be used to answer how much energy the turbine chosen will meet and how long the financial return on investment is will.
- 3) If the user has chosen to fill in the details of your electricity bill, in Section 4, the system will consider this data in place of the electrical installation data, even if the data of the electrical installation (Section 2) are already filled. If you want to redo your simulation with the data of its installation, Section 2, leave the Section 4 values (average charge and average value) with the default values of the application: 0.0 (this is possible by completing the three fields Consumed with load values = 0 [zero] and click Calculate average).
- 4) The system will consider the information contained in Section 6, wind measurement to the results of Section 7 Part B.

The options of the simulations to be carried out in this Section 7 Part B are:

- **Diameter up to 1m:** This will simulate considering the data provided by the user with the data of a generic turbine with rotor diameter up to one meter. These turbines are generally not suitable for grid connection.
- **Diameter 1m to 1,50m** This will simulate considering the data provided by the user with the data of a generic turbine with rotor diameter of one meter and a meter and a half. Some of these turbines can be suitable for grid connection, depending on the manufacturer's specifications.
- **Diameter 1,50m to 2m** This will simulate considering the data provided by the user with the data of a generic turbine with rotor diameter of one meter and a half and two meters. Some of these turbines can be suitable for grid connection, depending on the manufacturer's specifications.
- **Diameter 2m to 3m:** This will simulate considering the data provided by the user with the data of a generic turbine with rotor diameter between two and three meters. Many of these turbines can be suitable for grid connection, depending on the manufacturer's specifications.

Note 1: The simulations in Section 7, Part B, only works if the user at least fill in the details in Section 1, Section 2 or Section 4 (section 6 is optional) by clicking Calculate or average calculation and click Calculate generator in Section 5.

Note 2: The values given in this Section will not serve as the only parameter for investments of any kind, especially in energy conversion, this application proposes. The data presented in the results of all sections of this application are exclusively for information purposes.

[Back to the top](#)

SIEolica-M

Telas do aplicativo

Seja bem vindo ao
Welcome to



SIEolica

Sistema de Informações para Geração de Energia Eólica

Information System for Wind Energy Generation

ENTRAR
BR

SIGN IN
EN

SIEolica para desktop: www.ufpr.br/sieolica

  104 pessoas curtiram isso.



SIEolica

Sistema de Informações para Geração de Energia Eólica

 Guia do usuário  Dê sua opinião

 Página inicial  Energia eólica

Simulação de Sistema de Geração

1. Dados gerais

Preço kWh* Velocidade média vento** m/s

RS ? m/s

*Os valores resultantes das simulações não consideram incidência de impostos nem taxas de qualquer natureza, utilizam apenas o valor do kWh informado pelo usuário.

**Velocidade média no sul do Brasil de 5.5m/s a 6.5m/s de acordo com o Atlas Eólico Brasileiro

2. Dados da instalação elétrica

Quantidade Tempo de uso



SIEolica

Information System for Wind Energy Generation

 User guide  Feedback

 Home  Wind energy

Generation System Simulation

1. General data

Price kWh* Average wind speed m/s

\$? m/s

*The values resulting from the simulations do not consider incidence of fees of any kind, only use the value of kWh informed by user.

2. Electrical installation data

Number of devices Operating time per day (hours) ?

Air cond. 7500 BTU

Usad. 10000 BTU

Quantidade de aparelhos

Quantidade	Aparelho	Tempo de uso por dia (em horas) ?	%
1	Freezer	24	46%
<input type="checkbox"/>	Fritadeira Elétrica	<input type="text"/>	0%
3	Lâmp.incand.100W	4	19%
3	Lâmp.incand.60W	3	9%
<input type="checkbox"/>	Lâmp.eletr.13W	<input type="text"/>	0%
<input type="checkbox"/>	Lâmp.eletr.20W	<input type="text"/>	0%
4	Lâmp.fluor.32W	5	10%
<input type="checkbox"/>	Lavadora pratos	<input type="text"/>	0%
<input type="checkbox"/>	Lav. roupas A.Fria	<input type="text"/>	0%
<input type="checkbox"/>	Torneira elétrica	<input type="text"/>	0%
1	TV 32" a 40"	3	10%
2	Ventilador comum	2	6%
<input type="checkbox"/>	Ventilador de teto	<input type="text"/>	0%
<input type="checkbox"/>	Potência adic. em W	<input type="text"/>	0%

3. Resultados de cargas e valor

Carga instalada	Carga demandada	Carga real/mês (kWh)	Valor médio/mês (RS)
2.23 kWh	1.44 kVA	187.8	103.29

4. Dados da Conta de Luz

Preencha SOMENTE se não preencher os dados de sua instalação

6. Simulação da Turbina Eólica considerando medição de vento

Dados da medição ?

Velocidade do vento m/s Tempo em horas por dia h Número de dias medidos (em 1 mês) dias

0.0 m/s h 1 dias

Área varrida pelas pás: 4.09 m²

Diâmetro do rotor: 2.28 m

*Este cálculo considera os dados de sua medição e a velocidade média do vento informada no início (inicialmente para os 30 dias do mês, 24 horas por dia). Os dados da medição que você realizou e preencheu aqui foram considerados da seguinte maneira:
A velocidade que você mediu foi incorporada na velocidade média informada no início. Se você preencheu a velocidade média do vento 4m/s e mediu, durante 15 dias, durante 24 horas por dia, uma média de 8m/s, então a velocidade considerada no cálculo será 6m/s (a média entre 4m/s [15 dias] e 8m/s [15 dias]). Porém se você mediu durante apenas 1 dia (24 horas) no mês, a velocidade considerada será: 4m/s durante 29 dias e a sua medição durante 1 dia.

**Se você quiser simular considerando apenas suas medições de vento, preencha os dados de sua medição e atribua 0 (ZERO) no campo de velocidade média de vento, localizado no início do formulário

mercado

Escolha uma turbina e saiba qual será seu retorno financeiro*

A) Todos os dados informados pelos fabricantes

Diâmetro até 1m Você terá uma turbina eólica com aproximadamente m de diâmetro e suprirá % de seu consumo mensal. O valor médio de

Diâmetro 1m a 1,50m

Alert

Essa turbina evita a emissão de: 2kg/mês de CO2 na atmosfera!

OK

1m aproximadamente m de diâmetro e suprirá % de seu consumomensual. O valor médio de mercado desse aparelho está na faixa de R\$. Investindo esse valor, seu retorno financeiro se dará em meses,(anos).

Diâmetro 1,50m a 2m

Diâmetro 2m a 3m

<p>7. Turbinas eólicas disponíveis no mercado</p> <p>Escolha uma turbina e saiba qual será seu retorno financeiro*</p> <p>A) Todos os dados informados pelos fabricantes</p> <table border="1"> <tr> <td>Diâmetro até 1m</td> <td>Você terá uma turbina eólica com aproximadamente 1 m de diâmetro e suprirá 9 % de seu consumo mensal. O valor médio de mercado desse aparelho está na faixa de R\$ 7.319,00. Investindo esse valor, seu retorno financeiro se dará em 787 meses,(66anos).</td> </tr> <tr> <td>Diâmetro 1m a 1,50m</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Diâmetro 1,50m a 2m</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Diâmetro 2m a 3m</td> <td></td> </tr> </table> <p>B) Vento informado pelo usuário (VALORES APROXIMADOS)</p> <table border="1"> <tr> <td>Diâmetro até 1m</td> <td>Você terá uma turbina eólica com aproximadamente 1 a 1,5 m de diâmetro e suprirá 45 % de seu consumomensual. O valor médio de mercado desse aparelho está na faixa de R\$ 10.000,0. Investindo esse valor, seu retorno financeiro se dará em 215 meses,(18anos).</td> </tr> <tr> <td>Diâmetro 1m a 1,50m</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Diâmetro 1,50m a 2m</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Diâmetro 2m a 3m</td> <td></td> </tr> </table>	Diâmetro até 1m	Você terá uma turbina eólica com aproximadamente 1 m de diâmetro e suprirá 9 % de seu consumo mensal. O valor médio de mercado desse aparelho está na faixa de R\$ 7.319,00. Investindo esse valor, seu retorno financeiro se dará em 787 meses,(66anos).	Diâmetro 1m a 1,50m		Diâmetro 1,50m a 2m		Diâmetro 2m a 3m		Diâmetro até 1m	Você terá uma turbina eólica com aproximadamente 1 a 1,5 m de diâmetro e suprirá 45 % de seu consumomensual. O valor médio de mercado desse aparelho está na faixa de R\$ 10.000,0. Investindo esse valor, seu retorno financeiro se dará em 215 meses,(18anos).	Diâmetro 1m a 1,50m		Diâmetro 1,50m a 2m		Diâmetro 2m a 3m		<div style="text-align: center;">  <p>SIEolica</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Sistema de Informações para Geração de Energia Eólica</p> <p>Voltar à simulação</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Guia do usuário do APP SIEolica</p> <p>O aplicativo está dividido em 7 seções. Veja aqui o que representa cada uma delas.</p> <p>Visão Geral e Primeiros Passos</p> <p>Seção 1. Dados gerais</p> <p>Seção 2. Dados da instalação elétrica</p> <p>Seção 3. Resultados de cargas, consumo e valor</p> <p>Seção 4. Dados da conta de luz</p> <p>Seção 5. Simulação da turbina eólica</p> <p>Seção 6. Simulação da turbina considerando medição de vento</p> <p>Seção 7. Turbinas eólicas disponíveis no mercado</p> </div>	<div style="text-align: center;">  <p>SIEolica</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Sistema de Informações para Geração de Energia Eólica</p> <p>Voltar à simulação</p> </div> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Atualmente a energia eólica é uma realidade já consolidada. Existem incentivos de setores da economia, de setores que tratam do meio ambiente, entre outros.</p> <p>No Brasil e em grande parte do mundo o crescimento da energia eólica é bastante visível. Entre alguns dos agentes envolvidos no desenvolvimento do setor de energia eólica estão os governos, os fabricantes, as concessionárias de energia (algumas atuam na geração, transmissão e distribuição), empresas que investem nesse setor, laboratórios e pesquisadores, além dos consumidores.</p> <p>Turbinas eólicas são desenvolvidas principalmente de acordo com a quantidade de energia que se pretende obter. Quanto maior a área varrida pelas pás, maior a quantidade de energia convertida.</p> <p>O desenvolvimento da energia eólica comercial se deu primeiramente nos Estados Unidos e em alguns países da Europa como Alemanha e Dinamarca. Esses países concentravam as principais indústrias de turbinas eólicas há menos de uma década atrás. Atualmente a China e a Índia entraram com grande contribuição nesse mercado.</p>
Diâmetro até 1m	Você terá uma turbina eólica com aproximadamente 1 m de diâmetro e suprirá 9 % de seu consumo mensal. O valor médio de mercado desse aparelho está na faixa de R\$ 7.319,00. Investindo esse valor, seu retorno financeiro se dará em 787 meses,(66anos).																	
Diâmetro 1m a 1,50m																		
Diâmetro 1,50m a 2m																		
Diâmetro 2m a 3m																		
Diâmetro até 1m	Você terá uma turbina eólica com aproximadamente 1 a 1,5 m de diâmetro e suprirá 45 % de seu consumomensual. O valor médio de mercado desse aparelho está na faixa de R\$ 10.000,0. Investindo esse valor, seu retorno financeiro se dará em 215 meses,(18anos).																	
Diâmetro 1m a 1,50m																		
Diâmetro 1,50m a 2m																		
Diâmetro 2m a 3m																		

ANEXO C

Certificados de registro dos softwares SIEolica e SIEolica-M obtidos através do SEDETEC UFRGS junto ao INPI.

Certificado SIEolica







REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
 MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL
 DIRETORIA DE PATENTES, PROGRAMAS DE COMPUTADOR E TOPOGRAFIA DE CIRCUITOS INTEGRADOS

**CERTIFICADO DE REGISTRO
 DE PROGRAMA DE COMPUTADOR**
 Processo: BR 51 2016 000301-4

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL expede o presente Certificado de Registro de Programa de Computador, válido por 50 anos a partir de 1º de Janeiro subsequente à data de criação indicada, em conformidade com o parágrafo 2º, artigo 2º da Lei Nº 9.609, de 19 de Fevereiro de 1998, e arts. 1º e 2º do Decreto 2.556 de 20 de Abril de 1998.

Título: SIEOLICA - SISTEMA DE INFORMAÇÕES PARA GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA
Criação: 14 de dezembro de 2015
Títular(es): UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL-UFRGS (92.969.856/0001-96)
Autor(es): ANTONIO CARLOS GONÇALVES SARTI (001.098.200-02)
 BRANCA FREITAS DE OLIVEIRA (801.347.180-20)
 JULIO CESAR PINHEIRO PIRES (905.048.280-53)
Linguagem: CS, HTML, JAVASCRIPT
Aplicação: EN-04
Tipo Prog.: AP-01
DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA EM DEPÓSITO SOB SIGILO ATÉ 24/03/2026.

Os Direitos Patrimoniais relativos ao programa de computador objeto do presente registro foram cedidos aos Criadores para o Títular, na data de 01 de março de 2016, conforme documentação

A exclusividade de comercialização deste programa de computador não tem a abrangência relativa à exclusividade de fornecimento estabelecida pelo art.25, I, da Lei nº8.666, de 21 de Junho de 1993, para fins de inexistência de licitação para compra pelo poder público.
 Expedido em 06 de dezembro de 2016

Assinado digitalmente por:
Julio Cesar Castelo Branco Reis Moreira
 Diretor de Patentes, Programas de Computador e Topografia de Circuitos Integrados

Certificado SIEolica-M




REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
 MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL
 DIRETORIA DE PATENTES, PROGRAMAS DE COMPUTADOR E TOPOGRAFIA DE CIRCUITOS INTEGRADOS

**CERTIFICADO DE REGISTRO
 DE PROGRAMA DE COMPUTADOR**

Processo: BR 51 2016 000864-4

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL expede o presente Certificado de Registro de Programa de Computador, válido por 50 anos a partir de 1º de janeiro subsequente à data de criação indicada, em conformidade com o parágrafo 2º, artigo 2º da Lei Nº 9.609, de 19 de Fevereiro de 1998, e arts. 1º e 2º do Decreto 2.556 de 20 de Abril de 1998.

Título: SIEOLICA-M-SISTEMA DE INFORMAÇÕES PARA GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA-MOBILE

Criação: 11 de abril de 2016

Titular(es): UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL-UFRGS (92.969.856/0001-98)

Autor(es): ANTONIO CARLOS GONÇALVES SARTI (001.098.200-02)
 BRANCA FREITAS DE OLIVEIRA (801.347.180-20)
 JULIO CESAR PINHEIRO PIRES (905.048.280-53)

Linguagem: CS, HTML, JAVASCRIPT

Aplicação: EN-04

Tipo Prog.: AP-01

DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA EM DEPÓSITO SOB SIGILO ATÉ 08/07/2026.

Os Direitos Patrimoniais relativos ao programa de computador objeto do presente registro foram cedidos dos Criadores para o Titular, na data de 18 de maio de 2016, conforme documentação

A exclusividade de comercialização deste programa de computador não tem a abrangência relativa à exclusividade de fornecimento estabelecida pelo art.25, I, da Lei nº8.666, de 21 de Junho de 1993, para fins de inexistibilidade de licitação para compra pelo poder público.
 Expedido em 06 de dezembro de 2016

Assinado digitalmente por:
Julio Cesar Castelo Branco Reis Moreira
 Diretor de Patentes, Programas de Computador e Topografia de Circuitos Integrados