

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO
ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO EMPRESARIAL

**A AUTOMAÇÃO DE PEQUENAS CENTRAIS
HIDRELÉTRICAS É UMA BOA OPÇÃO?**

JEFERSON POZZEBON BORGES

Porto Alegre

2007

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO
ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO EMPRESARIAL

**AUTOMAÇÃO DE PEQUENAS CENTRAIS
HIDRELÉTRICAS É UMA BOA OPÇÃO?**

JEFERSON POZZEBON BORGES

Trabalho de conclusão de curso de Especialização em Gestão Empresarial do Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Gestão Empresarial.

Orientador: Prof. Antônio Carlos Gastaud Maçada

Porto Alegre

2007

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos aqueles que de uma forma ou outra contribuíram para que fosse possível a realização deste trabalho, principalmente a CEEE-GT que patrocinou parte do curso e disponibilizou o material necessário para a pesquisa, ao Prof. Antônio Carlos Gastaud Maçada pela paciência e orientação, e em especial a minha esposa Juliana pela compreensão, apoio e incentivo constante.

RESUMO

O objetivo deste trabalho é analisar a viabilidade de automação com possibilidade de operação a distância da Usina de Ernestina. Esta Pequena Central Hidrelétrica (PCH) esta localizada na cidade de Tio Hugo. Ela tem uma energia assegurada de 3,6 MW e potência instalada de 4,8 MW o que seria suficiente para abastecer uma cidade com cerca de 25.000 habitantes.

Para auxiliar na tomada de decisão alguns aspectos terão de ser analisados, tais como: a viabilidade econômica e técnica, regras de mercado para a comercialização de energia, exigências legais, estratégia de operação para as demais usinas da companhia, além das vantagens e desvantagens de cada uma das opções.

Durante o nosso estudo constatamos que as exigências legais em determinadas situações impõem condições que devem ser seguidas e, portanto, não são passíveis de análise. Levando-se em conta esta imposição, pudemos constatar que a operação a distância pode ser viável e não requer um investimento muito superior aquele já necessário para atender as exigências da agencia reguladora. Porém o tempo necessário para a solução de alguns problemas pode aumentar devido a necessidade de deslocamento.

Ouro ponto que foi analisado foram às conseqüências da ausência de pessoas no local. Verificou-se que a fragilização da segurança poderia ser compensada com a implantação de um sistema de vigilância por câmeras de vídeo e alarme, mas por outro lado, a presença de pessoas no local pode contribuir de forma significativa nos processos.

Por fim, analisou-se a repercussão da decisão a cerca desta usina nas demais usinas da companhia.

Ao longo deste trabalho procuraremos analisar cada uma destes aspectos de forma que ao final os protagonistas tenham uma ferramenta que os auxilie na tomada de decisão.

SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO / APRESENTAÇÃO.....	06
2- HISTÓRICO DA EMPRESA.....	08
3- SITUAÇÃO PROBLEMA.....	10
4- EVOLUÇÃO DOS FATOS.....	14
5- REFERENCIAL TEÓRICO.....	23
6- CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32
7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

1- INTRODUÇÃO / APRESENTAÇÃO

No nosso trabalho discutiremos as vantagens, desvantagens e a viabilidade do investimento na automação de uma Pequena Central Hidrelétrica (PCH). Para isso faremos a análise da viabilidade da automação da Usina de Ernestina, seu prós e seus contras, com o objetivo de embasar uma tomada de decisão.

Nos dias de hoje não conseguimos mais imaginar o mundo sem energia elétrica. Desde o trabalho mais simples até o evento mais complexo ela esta presente. Pesquisas comprovam que o desenvolvimento esta diretamente ligado a disponibilidade de energia elétrica. A sua falta impede, ou no mínimo dificulta, o crescimento de cidades, regiões ou até mesmo países. Dizer que hoje em dia somos completamente dependentes dela não seria um exagero.

O Brasil tem sua matriz energética baseada na geração hídrica, cerca de 83% da energia elétrica disponível no país vem deste tipo de geração e neste total inclui-se a energia produzida pelas PCH's.

Antes de ser implantado o sistema interligado nacional, que permite que a energia gerada em uma região seja transportada para outra, a geração de energia era feita localmente. Durante décadas foram construídas pequenas usinas para suprir a demanda local de energia, devido a suas características, essas usinas normalmente são localizadas em locais de difícil acesso, o que de certa forma acaba dificultando a sua operação.

A necessidade de atualização dos equipamentos existentes, aliado a evolução dos sistemas de telecomunicação, fazem com que a automação destas usinas com a possibilidade de operação a distancia venha ser uma alternativa interessante de ser analisada.

Ao mesmo tempo em que é fundamental para o desenvolvimento, a energia elétrica tem de ser acessível a todos. De nada adianta ter energia se seu custo for elevado e inviabilize sua utilização em larga escala.

Atualmente, a comercialização de energia elétrica é feita através de leilões onde as geradoras ofertam ao mercado qual o valor mínimo que querem receber por sua energia. Se o valor da nossa energia ficar acima do que o mercado está disposto a pagar, corremos o risco de não ter para quem vendê-la. Esta premissa deve ser considerada neste estudo, uma vez que, além da viabilidade técnica, este investimento deve ser economicamente viável.

Outro ponto a ser considerado, refere-se a estratégia de operação das demais usinas da empresa. A decisão que será tomada em Ernestina servirá como base para decisões semelhantes que, em breve, terão de ser tomadas para outras PCH's.

2 HISTÓRICO DA EMPRESA

A Companhia Estadual de Geração e Transmissão de Energia Elétrica é uma sociedade de economia mista fundada há mais de 60 anos que atua nos segmentos de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica no Rio Grande do Sul.

A CEEE, como é carinhosamente chamada pelos gaúchos, foi criada em fevereiro de 1943 com o nome de Comissão Estadual de Energia Elétrica, inicialmente ela tinha a missão de projetar e construir sistemas para solucionar o problema de abastecimento de energia elétrica no Estado do Rio Grande do Sul. Nesta época foram construídas várias Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's) no interior do estado a fim de minimizar os problemas de abastecimento de energia que existiam.

Durante décadas a CEEE investiu na ampliação do seu parque gerador, no início o investimento foi nessas pequenas usinas, cuja potência chegava no máximo a 4 MW. Estas usinas foram de grande valia para o desenvolvimento de várias regiões do estado, pois na época eram poucas as linhas de transmissão e a geração era isolada por regiões. A inauguração de uma pequena central era motivo de muita comemoração, e não raramente tinha-se a presença do presidente da república.

Em 1963 a CEEE se transformou em uma empresa de economia mista detentora todas das concessões de distribuição, transmissão e geração em todo o estado do Rio Grande do Sul. A partir desta época e até o final dos anos 70 a CEEE construiu suas maiores Usinas. Foi nesse período que foram construídas as Usinas de Jacuí (180 Mw), Passo Real (158 MW) e Itaúba (500 Mw), sendo que esta última é até hoje a maior usina de propriedade total da empresa.

O final da década de 90 foi marcado por alterações na política nacional, nesta época ocorreram as primeiras privatizações no setor elétrico. Em 1997 a CEEE sofreu uma cisão onde foram criadas quatro empresas: duas distribuidoras, que foram privatizadas e hoje são as distribuidoras AES – SUL e RGE; uma empresa de geração termelétrica, constituída pelas usinas a carvão Presidente Médici e São

Jerônimo, que deu origem Companhia de Geração Termelétrica, CGTEE, cujo controle acionário foi transferido para a Eletrobrás; e a CEEE que permaneceu com a concessão de distribuição para o Litoral e Porto Alegre, além das concessões de transmissão e geração que já possuía.

A partir daí a CEEE começou a participar da construção de grandes usinas como acionista minoritário. Assim foram construídas as Usina de Dona Francisca, Jaguarí, Machadinho, o complexo CERAN que é formado pelas Usinas de Montes Claros, Castro Alves e 14 de Julho, a Usina de Campos Novos, e por último a usina de Foz do Chapecó. Em cada um destes empreendimentos a CEEE tem participação que varia entre 5% e 30%.

Devido a exigências da legislação federal que não mais permite que uma empresa tenha concessões de geração e distribuição juntas, em dezembro de 2006 a CEEE foi separada em duas empresas: Uma de Distribuição (CEEE-D) e outra de Geração e Transmissão (CEEE-GT). Estas duas empresas são controladas por uma Holding, a CEEE- PAR e todas elas juntos compõem o atual Grupo CEEE.

A área de geração da CEEE-GT tem aproximadamente de 300 funcionários e uma receita anual de cerca de R\$ 260 milhões / ano.

O Governo do Rio Grande do Sul detém o controle acionário do grupo com 65,92% das ações, a Eletrobrás possui 32,59%, além de outros sócios minoritários.

Embora tenha sofrido muitas alterações ao longo da sua história a CEEE continua a fazer parte da vida dos gaúchos gerando, transmitindo e distribuindo energia com competência e qualidade para grande parte do nosso estado.

3- SITUAÇÃO PROBLEMA

As exigências da agência reguladora, as dificuldades de acesso, a necessidade de informações em tempo real, de troca de equipamentos por desgaste ou obsolescência, a possibilidade de aumentar a disponibilidade e a eficiência, aliado a uma redução de custos de operação, nos leva a estudar quais as vantagens que a CEEE-GT teria se investisse na automação com possibilidade de operação a distância de algumas de suas PCH's.

Quando da privatização parcial da CEEE em 1998, as usinas com capacidade instalada menor do que 1 MW foram incluídas como patrimônio da concessão de distribuição e foram repassadas as empresas que adquiriram as concessões de distribuição norte/nordeste - RGE e sul/sudeste – AES Sul, as demais PCH's permaneceram na área de Geração da CEEE-GT, sendo que destas, 07 permaneceram sobre a Coordenação do Sistema Jacuí e é sobre uma delas, Ernestina, que desenvolveremos nosso caso.

Por ser a primeira PCH da CEEE na região norte do estado que terá um novo canal de comunicação em alta velocidade, e também por nunca ter sido modernizada, focaremos nosso estudo nesta usina.

A usina de **Ernestina**, com potência instalada de 4,80 MW e energia assegurada de 3,60 MW médios, é o primeiro aproveitamento do Rio Jacuí e entrou em operação em 1957. Ela está localizada no município de Tio Hugo, a cerca de 250 Km de Porto Alegre.

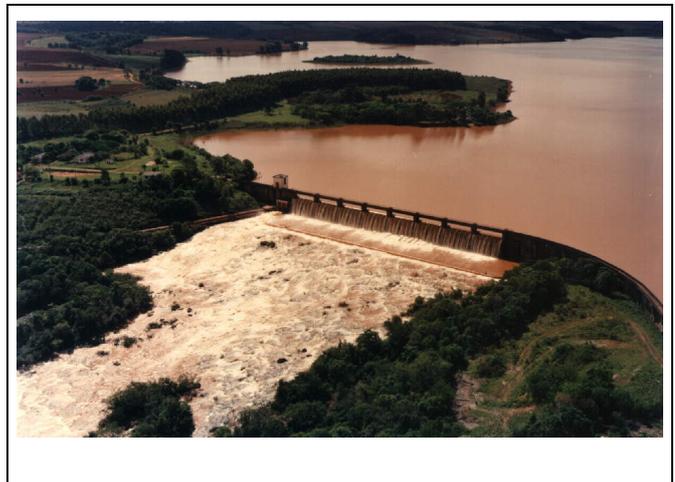


A usina tem uma barragem em concreto protendido de 14,32 m de altura, com comprimento de 400 m e inunda uma área de 57,37 km². A acumulação do reservatório é de 258,5 hectômetros cúbicos,

dos quais 237,5 hectômetros cúbicos são úteis à geração. Se compararmos as dimensões do reservatório de Ernestina com o de outras usinas de mesmo porte, verificamos que ele tem uma capacidade de armazenamento muito superior a maioria. Isso ocorre porque este reservatório foi concebido inicialmente para regularização do Rio Jacuí, função que ele cumpriu com eficácia até 1973, quando foi criado o reservatório do Passo Real que passou a desempenhar esta função.

Devido a suas características singulares, a **Barragem de Ernestina** foi objeto de vários estudos e artigos, inclusive a nível internacional. Sobre ela o Engenheiro espanhol Alfredo Paes escreveu um artigo para a edição de setembro de 1957 da revista Informe de la construcción, no qual ele a descreve com maestria.

Sobre suas formas ele diz: “Ernestina não é alta. Dizer que é baixa seria cometer uma falta de delicadeza. Suas proporções são harmoniosas e seu traçado muito esbelto. A graça de seu encanto juvenil une-se a sua elegância sóbria um tanto agreste.”



A casa de força segue um estilo clássico muito comum na época em que foi construída.

Em 2006 foi feita a reforma do prédio da usina, e agora, devido às exigências do setor, estudamos se é melhor fazer apenas a sua modernização ou se a automação completa da usina é a melhor opção.

Desde de janeiro de 2007 a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL exige que a geração de qualquer usina seja ela pequena ou grande, deve ser medida por equipamentos eletrônicos que permitam a verificação dos dados on-line. No caso das nossas PCH's instalar medidores adequados não foi problema, já o sistema de comunicação sim. Para que a ANEEL possa fazer a auditoria diretamente nos medidores, a CEEE-GT terá de fazer um investimento significativo na instalação

de trechos de fibra ótica e rádios de banda larga para a interligação de todas as usinas.

Outro ponto importante a ser considerado é que a partir de janeiro de 2008 a ANEEL passará a exigir uma disponibilidade próxima a 90 % para esta usina, sob pena de ter redução na energia assegurada.

Por ter equipamentos muito antigos e que estão em final de vida útil, para se manter a disponibilidade mínima exigida o investimento na modernização da usina passa a ser quase que obrigatório.

Se por um lado a exigência de acesso aos medidores obriga a empresa a fazer um investimento que até então não estava planejado, por outro, pode tornar viável a automação das usinas com operação a distância, uma vez que um dos pontos fundamentais para isso é a existência de um sistema de telecomunicações eficiente e confiável.

Com este cenário é que a diretoria da empresa solicitou ao Eng° Borges, Chefe da Divisão de Engenharia da área de geração, que fosse feita uma análise da situação e propostas algumas alternativas.

Com esta missão o Eng° Borges passou a analisar as condições e percebeu que com a disponibilidade de comunicação poderia passar a pensar em não fazer apenas a modernização da usina, mas também na sua automação com operação a distância como uma forma de unir a necessidade substituição de equipamentos obsoletos, e já em final de vida útil, com a redução de custo com pessoal de operação.

Além disso, a automação desta usina poderia abrir caminho para a automação das demais usinas da companhia, o que seria fundamental para a implantação de um centro de operações único.

Atualmente, para a operação desta usina é necessária a presença de operadores no local em período integral. Com a implantação da operação a distância

isso não seria mais necessário, o que proporcionaria uma economia considerável nos custos de operação da usina.

Por outro lado, a ausência de operadores no local poderia provocar alguns problemas como: vandalismo, necessidade de deslocamento, com conseqüente aumento do tempo para solução de problemas no local, e necessidade de readaptação ao trabalho em outro local dos operadores que ali trabalhavam.

No caso de ser feita apenas a modernização da usina sem a automação, o investimento seria cerca de 50% menor, e embora os custos com pessoal de operação sejam mantidos, não teríamos problemas com vandalismo. Também, no caso de ser necessária alguma intervenção local nos equipamentos, isso poderia ser feito quase que imediatamente, pois não seria necessário deslocar uma equipe até lá.

Neste cenário é que se coloca o dilema do Eng° Borges: Será que vale a pena fazer um investimento considerável na automação da usina com a conseqüente redução de custos com operação, ou é melhor manter os operadores e apenas fazer a modernização dos equipamentos existentes?

4- EVOLUÇÃO DOS FATOS

A CEEE-GT possui 11 Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's) espalhadas pelo estado do Rio Grande do Sul, a maioria foi construída nas décadas de 40 e 50, nesta época, a entrada em operação de cada uma delas era um grande avanço para o desenvolvimento do estado. Com o passar do tempo e com a construção de grandes usinas de geração de energia, as PCH's deixaram de ser estratégicas e passaram a ser apenas complementares na matriz energética. Esta mudança de foco fez com que a maioria destas usinas ficasse praticamente sem nenhum investimento. Durante décadas foram feitas apenas manutenções básicas e em alguns casos as usinas funcionaram até que sua vida útil se esgotasse e depois foram abandonadas.

A partir do final dos anos 90 começaram a ocorrer mudanças significativas na regulamentação do setor elétrico. Com a criação da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) o setor elétrico passou a ser mais fiscalizado. Ocorreram mudanças profundas nas regras de comercialização, geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. Empresas que possuíam concessões de geração e distribuição, como era o caso da CEEE, foram obrigadas a se desverticalizarem.

Com as novas regras, embora a CEEE tivesse a concessão de distribuição para Porto Alegre e o litoral do Rio Grande do sul, ela não poderia gerar energia e distribuí-la diretamente. A distribuidora somente pode comprar energia em leilões organizados pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE).

Neste modelo, os geradores podem vender a sua energia apenas para comercializadores, consumidores livres, ou ainda nos leilões da CCEE, mas nunca diretamente para as distribuidoras.

Hoje o setor elétrico ainda está em processo de regulamentação. Mudanças ocorrem diariamente. Não é objetivo deste trabalho estudar as regras do setor, porém, algumas das suas exigências terão de ser apresentadas superficialmente para que possamos entender melhor o dilema do Engº Borges.

Desde que Ernestina foi inaugurada em 1957, foram feitas apenas manutenções rotineiras e corretivas nos equipamentos existentes, a usina nunca foi modernizada, ou seja, os equipamentos que hoje estão em funcionamento são os mesmos desde a inauguração. Como é natural, mesmo com uma manutenção adequada, começaram a ficar mais freqüentes os problemas com alguns equipamentos em função do término da vida útil.

Atualmente a usina é operada localmente e para isso é necessária a presença de um operador no local em período integral. Com isso, para que se possa ter uma jornada de trabalho adequada, são necessários no mínimo cinco operadores lotados na usina.

A manutenção da usina é feita por dois técnicos que ficam sediados em Passo Fundo a cerca de 35 Km de distância. Esta dupla é responsável por fazer a manutenção de outras duas usinas da região além de Ernestina.

No início de 2007, a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) passou a exigir que a medição da produção de energia fosse feita através de equipamentos que possibilitassem a verificação instantânea da geração. Para que isso fosse possível, tornou-se obrigatório o investimento em um sistema de telecomunicação.

Primeiramente foram pesquisadas quais as alternativas de comunicação existentes, e dentre estas, quais as que atenderiam as exigências. Com isso verificou-se que existiam três alternativas básicas:

1. A contratação de um canal de comunicação via satélite;
2. A implantação de uma malha de fibra ótica;
3. A instalação de rádios banda larga.

A partir deste levantamento inicial verificou-se as vantagens e desvantagens de cada uma das alternativas, chegando-se a conclusão que o melhor custo-benefício seria obtido pelo sistema de rádios em banda larga.

Este sistema, embora não tão estável quanto a malha de fibra ótica ou a comunicação por canal de satélite, tinha um custo de implantação muito inferior a fibra e um custo de operação infinitamente menor que o canal de satélite.

Resolvida esta questão, os técnicos da empresa deram inícios a especificação técnica e a contratação do serviço que deverá estar concluído até o final de 2007.

Outro ponto importante que deve ser considerado, diz respeito as mudanças na regulamentação do setor elétrico. Até 2006 não existiam muitos controles nem exigências para disponibilidades ou geração mínima que deveriam ser mantidas em PCH's. Isso significava dizer que mesmo uma usina estando indisponível para a geração ela não seria penalizada.

Para que possamos entender melhor temos de compreender um pouquinho o funcionamento de algumas regras e mecanismos de compensação existentes, principalmente o Mecanismo de Realocação de Energia (MRE).

Este mecanismo foi criado para compensar as sazonalidades hidrológicas existentes entre as diferentes regiões do país e possibilitar que as empresas participantes possam assegurar o fornecimento da energia que venderam.

Devido às suas proporções continentais, o Brasil possui no seu território várias bacias hidrográficas, com diferentes regimes de chuvas. Sendo assim, pode ocorrer que numa determinada região o maior volume de chuvas ocorra no verão, e em outra, as chuvas podem ser mais intensas no inverno.

Em função disso, o sistema elétrico foi planejado de forma a otimizar a produção de energia, levando em consideração as características complementares entre as bacias hidrográficas. Em outras palavras, quando estão ocorrendo chuvas em grande quantidade numa certa região, as usinas hidrelétricas dessa região enviam parte de sua produção para as regiões que se encontram no período seco. Quando a situação das chuvas se inverte, o fluxo de energia também é revertido, e a região, que antes enviou, passa a receber a energia que precisa.

O MRE atribui a cada usina uma energia assegurada, repartindo-se normalmente a produção acima desses montantes entre as usinas que tiveram produzindo menos que sua energia assegurada. Assim, mesmo quem não gerou energia suficiente para honrar seus contratos de venda não terá problemas, pois a energia será fornecida por outro participante do MRE.

Ocorre que, como não era exigida uma disponibilidade mínima para as PCH's, muitas dessas usinas ficaram privadas de investimentos, pois mesmo sem gerar, os seus contratos de venda de energia eram honrados pelo MRE. Desta forma, o mecanismo que havia sido criado inicialmente para proporcionar um equilíbrio na geração hídrica acabou contribuindo para a falta de investimentos nas pequenas usinas.

Acontece que as regras mudaram, e a partir de janeiro de 2008 estas pequenas usinas, a semelhança do que já ocorre com grandes, deverão manter uma disponibilidade mínima equivalente ao índice que foi utilizado no cálculo da sua energia assegurada, sob pena terem sua energia reduzida na proporção da sua indisponibilidade.

Isso significa dizer que todos os procedimentos de operação e manutenção terão de ser revistos. Antes da vigência destas novas regras, se a usina parasse durante o final de semana ou a noite, poderíamos fazer o conserto necessário no próximo dia útil ou na manhã seguinte sem sofrer nenhum tipo de prejuízo. Com as novas regras, a solução de eventuais problemas deverá ser imediata.

Para que possamos entender melhor vamos considerar que Ernestina não atinja a disponibilidade mínima, que no seu caso é cerca de 90%. Supomos que no período ela obtenha uma disponibilidade de apenas 85%. Pelas novas regras teremos a seguinte situação:

Disponibilidade de referência (DR) = 90%

Disponibilidade verificada (DV) = 85%

Índice de Disponibilidade (ID) = $DV/DR = 0,85/0,90 = 0,944$

Se essa situação se confirmasse a energia assegurada da usina seria reduzida em cerca de 4,5%, ou seja, a energia assegurada da usina que hoje é de 3,6 MW médios seria reduzida para 3,44 Mw médios.

Como o valor do MW/h desta usina foi comercializado por cerca de R\$ 67,00. Isso significa dizer que esta pequena indisponibilidade acima do limite poderia gerar um prejuízo de cerca de R\$ 93.000,00 ao ano.

Com isso, a necessidade de modernização dos equipamentos fica mais premente, não se pode mais correr o risco de os índices de disponibilidade ficarem aquém do estabelecido. Com os equipamentos atuais, manter a disponibilidade exigida significa manter quase que constantemente uma equipe de manutenção na usina.

Diante deste novo cenário, o Engº Borges e sua equipe passaram a estudar alternativas para que a usina atendesse as novas exigências sem que o seu custo de operação ficasse muito elevado.

Logo se constatou que a substituição dos equipamentos mais antigos possibilitaria uma diminuição na taxa de falhas da usina, o aumento da disponibilidade e a redução do custo de manutenção.

Aqui se coloca uma questão interessante. Se a substituição de grande parte dos equipamentos da usina se faz necessário para atender a uma exigência legal, não valeria a pena investir um pouco mais para possibilitar a operação da usina a distância, e conseqüentemente provocar a redução dos custos com esta atividade, uma vez que não precisaríamos mais de operadores no local?

A principio esta seria uma questão fácil de ser resolvida, afinal de contas um investimento significativo em telecomunicação já estava sendo feito para se permitir acesso da auditoria da CCEE aos medidores, e este mesmo sistema poderia ser utilizado para fazer a operação a distância. O acréscimo no investimento em modernização de equipamentos poderia ser ressarcido com a redução do custo com a mão de obra para a operação, e com a automação de outras usinas, poderia ser

montado um único centro de operação em Porto Alegre para comandar todas elas. Mas existem outros fatores que devem ser considerados.

Com a ausência de operadores, a usina poderia ficar sujeita a ocorrência de vandalismo e roubo. Poderia-se pensar na contratação de serviço de vigilância, mas certamente o custo seria superior ao dos operadores.

Uma alternativa seria a implantação de um sistema de vigilância por imagem com a instalação de um sistema de monitoramento e alarmes com sensores de presença, o que poderia minimizar o problema, mas tem um custo de implantação a ser considerado.

Outro fator importante, é que no caso de ocorrer algum problema que não possa ser resolvido remotamente, a usina pode ter de ficar parada até que o pessoal de manutenção se desloque para lá.

Além disso, a automação completa da usina foi orçada em cerca de **R\$1.000.000,00** (Um milhão de reais), enquanto que o investimento necessário para ser feita apenas a modernização dos equipamentos deveria ficar em torno de **R\$500.000,00** (Quinhentos mil reais).

Como Ernestina fatura cerca de R\$ 175.000,00 (Cento e setenta e cinco mil reais) por mês, o investimento na automação significaria cerca de 6 meses de receita.

Diante destas questões Borges começa a pensar: será que vale a pena investir em uma automação o dobro do que seria necessário se fosse feita apenas a reforma e modernização de alguns equipamentos?

É bem verdade que a presença de operadores no local acaba inibindo o vandalismo e que pequenos problemas poderiam ser resolvidos imediatamente sem a necessidade de deslocamento.

Por outro lado, se a usina não for automatizada o investimento na modernização de parte dos equipamentos terá de ser feita de qualquer forma e os

equipamentos que não forem substituídos ou modernizados agora provavelmente terão de ser daqui a alguns anos.

Além disso, o custo de operação continuará elevado e não será possível montar um centro de operação para comandar todas as usinas de um único local.

Outro fator que deve ser considerado no caso de ser feita a automação, é o destino a ser dado aos operadores. Embora seja legalmente possível, a demissão de funcionários não é uma prática comum em empresas estatais com é o caso da CEEE-GT. O ideal seria o reaproveitamento destes funcionários em outra atividade. De qualquer forma, todos teriam de ser re-adaptados e teriam certamente de mudar-se com suas famílias para outro local.

Até o final da década de 60 quando foi construída a BR 386, o acesso a usina de Ernestina era precário, para chegar lá era necessário enfrentar uma estrada de terra que nos dias chuvosos ficava praticamente intransitável. Em função dessas dificuldades foram construídas casas para os operadores e suas famílias no entorno da usina. Por décadas os operadores que trabalhavam na usina de Ernestina moraram ali com toda a sua família. Até hoje uma das casas esta ocupada por um dos operadores mais antigos.

Consideradas todas as alternativas, Borges percebeu que sua decisão não podia ficar restrita a análise isolada de Ernestina, pois indiretamente a sua decisão iria determinar também o que seria feito nas outras usinas da companhia.

A opção pela automação certamente levaria a investimentos semelhantes em outras usinas a fim de permitir, como já foi dito anteriormente, a implantação de um centro de operação para a coordenação da operação de todas as usinas de CEEE-GT em um único local.

Do mesmo modo, a opção pela modernização sem a automação inviabilizaria a implantação do centro de operações, e não teria mais sentido investir na automação de outras usinas. Com isso, poderia vir a ser necessária a contratação de mais funcionários para a operação de algumas PCH's que hoje operam apenas

em horário comercial e que, em função das novas regras, terão de operar em tempo integral.

Como podemos constatar, o Eng^o Borges esta diante de um dilema interessante, cada uma das alternativas tem suas vantagens e desvantagens. Postas as condições cabe ao gestor decidir.

No quadro a seguir temos um comparativo entre as alternativas:

Alternativa 1	Alternativa 2
Reforma e modernização de alguns equipamentos	Automação completa da usina com possibilidade de operação a distância
Custo estimado: R\$ 500.000,00	Custo estimado: R\$ 1.000.000,00
Vantagens	
Menor investimento	Menor custo de operação
A presença de operadores no local inibe vandalismo	Possibilidade de fazer uma operação centralizada em um único local
Maior facilidade para detectar problemas	Possibilidade de monitoramento por imagem
Não é necessária readaptação ou demissão de funcionários	Todos os equipamentos importantes serão substituídos e modernizados
Maior rapidez para solução de defeitos	Possibilidade de monitorar e interferir nos equipamentos da usina a distância
Desvantagens	
Não será possível interferir no funcionamento da usina a distância	Eventual ocorrência de vandalismo
Maior custo de operação. É necessária a presença de operadores em tempo integral.	Maior custo de implantação
Equipamentos que não serão substituídos agora terão de ser substituídos no futuro	Maior demora no atendimento a ocorrências no local
Não será possível fazer um centro de operação centralizado	A ausência de pessoas no local dificulta a detecção de alguns tipos de problemas
Não será possível o monitoramento por imagem	Necessidade de readaptação ou demissão de funcionários

5- REFERENCIAL TEÓRICO

5.1- Processo decisório.

Todos nós somos forçados a tomar decisões ao longo da nossa vida. É praticamente impossível que em algum momento não nos deparemos com algum dilema, seja ele na vida pessoal ou profissional.

Qual o curso superior que irei fazer? Caso ou não caso? Quero ter filhos ou não? De diferentes formas a vida nos coloca diante de dilemas em que somos obrigados a uma tomada de decisão.

Na área profissional não é diferente, ocorre é que na maioria das vezes a decisão pode ser compartilhada com outros e ela deve ter um embasamento mais concreto.

Menezes (2002) destaca o seguinte: “Ninguém trabalha sozinho. Os responsáveis pela adoção de uma determinada postura estratégica não são tão facilmente identificáveis. Embora em uma organização o mais comum seja encontrar uma liderança cuja influência é predominante, há muitas pessoas atuando e participando – direta ou indiretamente – do processo decisório. Deste modo, ninguém deve considerar o trabalho de organizar um time de primeira como tempo perdido. É, na verdade, uma das melhores formas de utilização do tempo, pois é uma das que mais retorno traz para que o investimento feito no projeto de crescimento seja proveitoso.”

Já Richard Daft, (1999) considera que a tomada de decisão “é o núcleo da responsabilidade administrativa. O gestor ou administrador de empresa deve constantemente decidir o que fazer, quem deve fazer, quando, onde e como fazer. Seja ao estabelecer objetivos ou alocar recursos ou resolver problemas que surgem pelo caminho, o administrador deve ponderar o efeito da decisão de hoje sobre as oportunidades de amanhã. Decidir é optar ou selecionar dentre várias alternativas de ação a que pareça mais adequada”.

Para completar Padoveze, (2002) diz que “o processo de tomada de decisão refere-se às mudanças que poderão ocorrer em uma organização e que estas devem partir de níveis hierárquicos superiores”.

Como se pode perceber, a tomada de decisão deve ser feita com base na análise das informações que temos disponíveis, sendo assim, para que possamos tomar uma boa decisão, é fundamental que tenhamos boas informações.

Se estou em dúvida sobre qual curso superior eu vou fazer, devo procurar conhecer detalhes sobre ele, qual o mercado de trabalho, quais as formas de atuação e assim sucessivamente.

Da mesma forma os executivos de uma empresa devem verificar primeiramente se os dados que tem disponível são confiáveis e suficientes para uma tomada de decisão.

Para Hammond (2004), “Um processo de decisão eficaz deve preencher os seis critérios a seguir:

- Concentrar-se no que é importante.
- Ser lógico e coerente.
- Reconhecer os fatores subjetivos e objetivos, combinando os pensamentos analíticos e intuitivos.
- Exigir apenas a quantidade de informação e a análise necessárias para resolver determinado dilema.
- Estimular e guiar a obtenção de dados relevantes e opiniões bem informadas.

Ser direto, seguro, fácil de usar e flexível. “

Segundo Drucker (1997) informação pode ser definida como “dados com significado, relevância e propósito. A informação eficaz, ou seja, comunicada de forma clara e objetiva, com credibilidade por quem a recebe e no momento oportuno,

produz, indubitavelmente, uma decisão acertada”. Ele segue dizendo que informação é: “o recurso que mantém viva a atividade de uma empresa no mercado, irrigando através de canais de comunicação internos e externos todas as áreas envolvidas a essa atividade. O grande objetivo de uma eficiente irrigação, por outras palavras, informação é apoiar a política global da organização justamente porque permite obter um melhor conhecimento e articulação de todos os componentes que a constituem”.

Com isso podemos concluir que a qualidade da informação reflete diretamente na decisão a ser tomada.

Como diz Araújo (2001), o processo de tomada de decisão “tem início com uma análise cuidadosa das informações coletadas do que deve ser decidido. Após o cotejo dos dados, é feita a previsão dos resultados possíveis, dentro das várias alternativas formuladas”.

Assim sendo, além de informação e dados confiáveis, é fundamental que seja feita uma análise das conseqüências que a decisão irá provocar.

Drucker (1967) diz que: “...elemento principal no processo de tomada de decisão é definir claramente as especificações que a decisão tem que consumir. Quais são os objetivos que a decisão tem de alcançar? Quais as metas mínimas que deve obter? Quais são as condições que ela tem de satisfazer? ...”

No nosso caso a automação e a possibilidade de operação remota da usina pode reduzir os custos de operação. Por outro lado a ausência de operadores no local pode fragilizar a segurança da instalação.

As conseqüências desta decisão devem ser bem analisadas não somente no aspecto financeiro ou de segurança, mas também do ponto de vista de RH.

De acordo com Robbins (2000): “Toda organização contém pessoas, e é tarefa gerencial dirigi-las e coordená-las, esta é a função de direção ou liderança. Quando os gerentes motivam os funcionários, dirigem as atividades dos outros, selecionam o canal de comunicação mais eficaz ou solucionam conflitos entre os

membros, estão envolvidos na liderança. Liderança função gerencial que abrange a motivação dos funcionários, direção das atividades dos outros, seleção do canal de comunicação mais eficaz e solução de conflitos entre os membros.”

A decisão de não ter mais operadores na usina tem de ser analisada não apenas do ponto de vista financeiro. Deve ser considerada nesta decisão a importância da presença física de pessoas no local, que além de minimizar a possibilidade de vandalismo pode trazer contribuições importantes para melhorias no local, pois segundo diz Drucker (1986), “Preocupe-se com o indivíduo, lembrando que a pessoa que executa o trabalho sabe melhor do que ninguém qual a melhor maneira de executá-la, portanto, é a mais preparada para aperfeiçoá-la.”

5.2- Decisão Racional - Modelo Simon

Não poderíamos escrever sobre processo decisório sem citar Herbert Simon, que foi um dos precursores da discussão sobre este assunto. No seu livro *O Comportamento Administrativo* (1970), ele diz que a Teoria Comportamental concebe a organização como um sistema de decisões, e que os processos decisórios são os processos administrativos nas organizações. Ele entende que o ato de decidir é essencialmente uma ação humana e comportamental resultante de “conclusões derivadas de premissas”, classificando-as como programadas e não programadas, sendo as programadas repetitivas e rotineiras, enquanto que as não programadas novas e não estruturadas. Ele observou a existência destes elementos não considerados pela abordagem racional, e elaborou uma teoria de decisão mais próxima da realidade, considerando que os indivíduos são racionais mas possuem uma racionalidade limitada, buscando a melhor decisão possível e não a ótima.

Segundo Simon, o processo de tomada de decisão deve ser dividido em quatro etapas:

1ª. Etapa: Escolha de ocasiões para a tomada de decisão;

2ª. Etapa: Avaliação das linhas de possíveis ações;

3ª. Etapa: Escolha entre linhas de ação;

4ª. Etapa: Avaliação de escolhas passadas;

Após ter estabelecido a associação entre a racionalidade e o processo decisório, e ter admitido as limitações do homem e dos fatores que influenciam o seu envolvimento nas atividades organizacionais, Simon constatou que as empresas desenvolvem programas de ação com vistas a assegurar maiores graus de racionalidade, sem considerar a existência de fatores como divergência entre objetivos pessoais e organizacionais, motivação e valores.

Com isso ele conclui que a decisão faz parte de um processo.

5.3- Ferramentas de auxílio a tomada de decisão

Existem várias ferramentas que podem servir de auxílio a tomada de decisão, entre elas podemos destacar o método da árvore de decisão e o método AHP (Analytic Hierarchy Process). Estas ferramentas podem auxiliar na estruturação dos problemas e assim agilizar o processo de escolha. Neste trabalho apresentaremos de forma superficial cada um deles, pois o objetivo aqui não é o de efetivamente utiliza-los, mas sim, mostrar de que forma eles podem contribuir para o processo decisório e auxiliar de forma decisiva na tomada de decisão.

5.3.1- Método da Árvore de Decisão

Gama (2000) nos diz que as Árvores de Decisão é uma das técnicas de aprendizado de máquina, onde um problema complexo é decomposto em subproblemas mais simples e assim, sucessivamente a mesma estratégia é aplicada novamente a cada sub-problema.

Podemos classificar as árvores de decisão em dois tipos:

- Árvores de regressão (Regression tree): aproximam valores reais ao invés de serem usadas para tarefas de classificação;

- Árvores de classificação (Classification tree): se o x é uma variável tipo sim ou não

Em geral, o procedimento de uma árvore de decisão é o seguinte: apresenta-se um conjunto de dados ao nó inicial da árvore; dependendo do resultado do teste lógico usado pelo nó, a árvore ramifica-se para um dos nós filhos e este procedimento é repetido até que um nó terminal é alcançado. A repetição deste procedimento caracteriza a recursividade da árvore de decisão.

Uma das principais vantagens das árvores de decisão são que elas auxiliam na tomada de decisões de acordo com os atributos considerados mais relevantes, além de serem compreensíveis para as pessoas. Ao escolher e apresentar os atributos em ordem de importância, as Árvores de Decisão permitem aos usuários conhecer quais fatores mais influenciam os seus trabalhos.

Segundo Minardi (2004), a árvore de decisão está diretamente ligada com o que se denomina de flexibilidade gerencial, pois o método de análise permite rever a estratégia inicial e alterar planos de acordo com novas condições econômicas. As flexibilidades gerenciais possibilitam tanto capitalizar futuras oportunidades favoráveis ao negócio, quanto diminuir perdas, isto é, melhoram o potencial de ganhos e limitam o potencial de perdas. A flexibilidade gerencial consiste em um conjunto de opções reais tais como postergar um projeto, expandir ou contrair escala de produção ou avaliar a alteração das matérias-primas de um projeto.

A árvore de decisão também é um método que permite indicar, de forma gráfica, um caminho a ser seguido em um processo de decisão, explicitando etapas a serem cumpridas para alcançar o objetivo pretendido.

Para Gomes (2002), as etapas da técnica para o auxílio da tomada de decisão são definidas como:

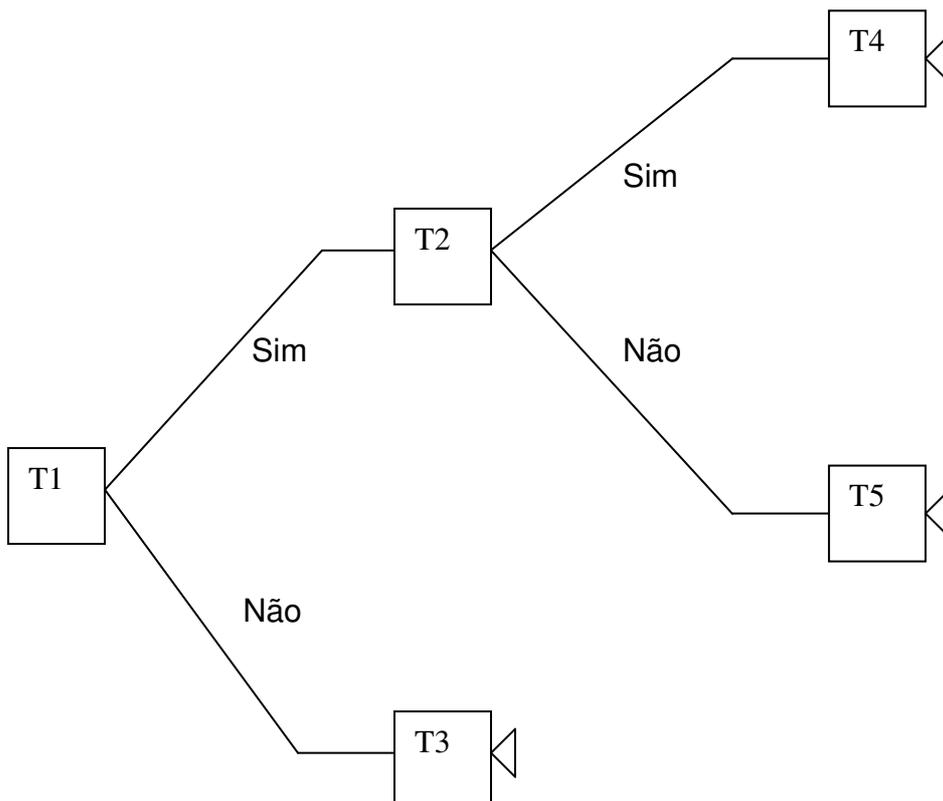
- a) Definição do tema;
- b) Definição do objetivo, metas e submetas;
- c) Construção da árvore de decisão;

- d) Revisão da árvore de decisão;
- e) Encerramento.

Na concepção de Gomes (2002), a vantagem da utilização desta técnica permite a subdivisão do objetivo em metas e submetas, indicando como alcançá-las, orienta o tomador de decisão, permite o exame de todas as possibilidades.

No nosso caso, a primeira pergunta a ser respondida é: deve ser feito um investimento em melhorias na usina ou não? Em caso afirmativo, a segunda pergunta a ser respondida é: Deve ser feito apenas um investimento na recuperação e modernização de parte dos equipamentos ou deve ser feito um investimento maior para que a usina seja toda automatizada?

A figura abaixo serve como um exemplo da árvore de decisão:



Se respondermos sim a primeira pergunta, ou seja, se decidimos que algum investimento tem de ser feito na usina, chegamos ao nó T2 onde a segunda pergunta deve ser respondida e após, dependendo da decisão, chegamos aos nós

terminais T4 ou T5. Caso a resposta da primeira pergunta fosse não, a árvore terminaria no nó terminal T3.

Ou seja, se as variáveis decisórias nos levarem a optar pela automação iremos chegar no nó terminal T4.

É claro que na efetiva aplicação do método deve-se tomar o cuidado de definir os custos e as probabilidades de sucesso de cada decisão como forma de efetivamente ser tomada a decisão mais acertada.

5.3.2- Método AHP (Analytic Hierarchy Process)

O método AHP é um método desenvolvido por Saaty (1980) e que consiste em um conjunto de passos no qual todas as combinações de critérios organizadas em uma matriz são avaliadas em comparações par a par. Neste método os envolvidos devem usar seu conhecimento para determinar a importância relativa de cada alternativa em relação aos critérios que serão utilizados na avaliação. É importante dizer que este método permite a comparação de critérios quantitativos e qualitativos.

Esta ferramenta permite modelar um problema, de forma que os objetivos a ser alcançados, e os critérios envolvidos no processo de decisão sejam claros. Os critérios devem ser mensurados em uma escala de prioridades relativas. Além disso, os objetivos estratégicos e a experiência dos tomadores de decisão podem ser contemplados.

Segundo Prieto (2007), o método AHP consiste de três etapas para a solução de um problema:

- 1- estruturação ou decomposição do problema;
- 2- julgamentos comparativos;
- 3- síntese das prioridades.

Sobre a aplicação do método, Prieto (2007) nos diz que na fase de estruturação deve-se buscar a compreensão dos fatores que deverão ser

considerados no processo de tomada de decisão, tais como, os objetivos estratégicos do negócio, custos, funcionalidade, padronização, satisfação dos usuários, entre outros.

Na etapa dos julgamentos comparativos, os itens integrantes da hierarquia devem ser colocados em uma matriz e comparados entre si, par a par, utilizam-se pontos previamente estabelecidos.

Finalmente, depois de terem sido julgados os impactos de todos os elementos, e as prioridades terem sido calculadas para a hierarquia como um todo, os elementos de menor impacto em relação ao objetivo final podem ser desprezados. As prioridades podem ser recalculadas, mudando ou não os julgamentos iniciais.

Moraes (2007), complementa dizendo que para a aplicação do método o problema deve estar estruturado de forma hierárquica, mostrando os elementos-chave e os relacionamentos entre critérios e alternativas em matrizes para comparação par a par. As alternativas devem ser comparadas de modo consistente, usando o conhecimento sobre o negócio, impressões e sensações que se tenha sobre o tema. Deve-se calcular os pesos das alternativas e dos critérios de acordo com uma hierarquia estabelecida.

Ao final, os resultados devem ser sintetizados e colocados em ordem de preferência.

Deve-se avaliar se o julgamento esta coerente, isto é importante para evitar que seja tomada uma decisão equivocada.

6- CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo o dilema apresentado nos levou a trabalhar algumas questões relativas ao processo decisório. Quando analisamos uma situação por diferentes pontos de vista verificamos que cada uma das alternativas possui suas vantagens e desvantagens.

Não queremos com este trabalho esgotar o assunto sobre processo decisório, nem tão pouco dar a “fórmula do sucesso”. O objetivo aqui foi o de apresentar o processo de tomada de decisão analisando todas as variáveis do dilema e indicando algumas ferramentas que podem contribuir para sua solução.

É muito comum tomarmos decisões sem analisar a situação em seu todo ou baseada apenas no instinto. As vezes isso nos leva a uma tomada de decisão que pode não ser a ideal. A falta de uma análise mais criteriosa por vezes pode trazer conseqüências desagradáveis.

A pesquisa sobre processo decisório nos mostrou que as decisões tomadas a partir de uma estruturação mais técnica e com base em informações confiáveis podem produzir melhores resultados.

Neste contexto, as ferramentas de auxílio a tomada de decisão tem um papel importante e somam-se a análise informal e ao nosso instinto para que seja feita a escolha mais apropriada.

Neste estudo de caso existem algumas questões que precisam ser resolvidas, mas sem dúvida a principal questão a ser respondida é: **Devemos investir na automação da usina de Ernestina?**

Ao longo deste trabalho foram colocados claramente as vantagens, as obrigações e os custos envolvidos. Com base nesses dados, e com a utilização do conhecimento adquirido ao longo do seu curso de especialização, e da análise feita neste trabalho, o Eng^o Borges pode subsidiar adequadamente a diretoria da empresa para a tomada de decisão.

Considerando que a implantação de um centro de operações possibilitaria a operação centralizada de todas as usinas com uma significativa redução de custos com pessoal, a diretoria da empresa optou por investir na automação de Ernestina.

Esta decisão não foi tomada de forma isolada, ela levou em consideração as condições atuais das demais usinas de empresa, e a partir dela iniciou-se um trabalho para que uma a uma, as demais usinas da companhia sejam automatizadas, e em médio prazo todas estejam sendo operadas de um único local.

Atualmente o projeto da automação de Ernestina encontra-se em processo de licitação, e a expectativa é de que a usina esteja automatizada ainda no primeiro semestre do próximo ano.

Na carona deste projeto, a usina da Capigui, que fica localizada no município de Marau a cerca de 50 Km de Ernestina, também será automatizada em 2008.

Desta forma, a empresa define um novo rumo e uma nova filosofia de operação para suas usinas.

“Caia a tarde quando me separei de Ernestina. Deixei-a ali, envolta pelo ruído da sua cascata. Quando me afastava, senti às minhas costas a brejeirice do seu riso fresco e juvenil. Voltei-me para contempla-la. Sua figura formosa me cativou. Talvez Ernestina tenha parecido tão bela para mim, porque leva o nome de mulher.”

Alfredo Paes

7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, Luis César G. de **Organização, sistemas e métodos e as modernas ferramentas de gestão organizacional**. São Paulo: Atlas, 2001.

DAFT, Richard. **Teoria e projeto das organizações**. Rio de Janeiro: LTC, 1999.

DRUCKER, Peter. **A eficiência empresarial**. São Paulo: Nova Cultura, 1986.

DRUCKER, Peter Ferdinand. **Administração de organizações: princípios e práticas**. 5. ed. São Paulo: Pioneira, 1997.

EHRlich, Pierre J. – Procedimentos para Apoio às Decisões. Disponível em: www.fgvsp.br/academico/professores/Pierre_J_Ehrlich/4-decisoescomMultiplosObjetivos.pdf Acesso em 30 nov 2007

GAMA, J. Árvores de Decisão, 2000. Disponível em: <http://www.liacc.up.pt/~jgama/Mestrado/ECD1/Arvores.html>. Acesso em: 29 out 2007.

GOMES, L.; GOMES, C.; ALMEIDA, A. **Tomada de decisão gerencial**. São Paulo: Atlas, 2002.

HAMMOND, John S. **Decisões Inteligentes**, Rio de Janeiro: Elsevier, 2004

MENEZES, Edgard José Carbonell. **Objetivo: crescer**. Curitiba: Alternativa Editorial, 2002

MINARDI, A. M. Teoria de opções aplicada a projetos de investimentos. São Paulo: Atlas, 2004.

MORAES, Edmilson Alves; SANTALIESTRA, Rodrigo; **Modelo de decisão com múltiplos critérios para escolha de software de código aberto e software de código fechado** - XXXI Encontro da ANPAD, Rio de Janeiro/22 a 26 de setembro de 2007

Moritz, Gilberto de Oliveira, Processo decisório: SEAD/UFSC, 2006

PADOVEZE, Clóvis Luís. **Sistemas de Informações Contábeis: fundamentos e análise**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

PAES, Alfredo. Ernestina – linforme de la construcion, ano X, N° 96 , 1957

PRIETO, Vanderli Correia - **Método da análise hierárquica aplicado à seleção de ambientes de aprendizagem**: estudo de caso na área do ensino superior a

distância. Disponível em: <http://www.revistaespacios.com/a05v26n02/05260203.html>
- Acesso em: 03 nov 2007

Processo Decisório: Os melhores artigos da Harvard Business Review – Rio de Janeiro: Elsevier, 2006

ROBBINS, Stephen Paul. **Administração: mudanças e perspectivas**. São Paulo: Saraiva, 2000

SAATY, Thomas L. **The Analytic Hierarchy Process**. New York: McGraw-Hill International, 1980.

SIEBEL, Gustavo Henrique. **Mprocesso Decisório: Investir ou Não Investir**, – Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Trabalho de conclusão de curso de especialização, UFRGS, 2005.

SIMON, Herbert Alexander. **Comportamento Administrativo: Estudo do Processo Decisório nas Organizações Administrativas**, 2a. Ed., Rio de Janeiro:FGV, 1970.

WELGACZ, Hanna Tatarchenko; PEIXE, Julinês Bega; SILVA, Wesley Vieira; DEL CORSO, Jansen Maia; **Avaliação da Escolha de um Fornecedor Sob Condição de Riscos A Partir do Método de Árvore de Decisão** - XXXI Encontro da ANPAD, Rio de Janeiro/22 a 26 de setembro de 2007