

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Gilberto Teixeira da Cunha

**NAVEGAÇÃO HIDROVIÁRIA INTERIOR NO RS:
VANTAGEM ECONÔMICA COMPARADA AOS
OUTROS MODAIS E IMPLANTAÇÃO
DO CALADO SAZONAL**

Porto Alegre

2014

Gilberto Teixeira da Cunha

**NAVEGAÇÃO HIDROVIÁRIA INTERIOR NO RS: VANTAGEM ECONÔMICA
COMPARADA AOS OUTROS MODAIS E IMPLANTAÇÃO
DO CALADO SAZONAL**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, modalidade Acadêmica, na área de concentração em Sistemas de Transportes.

Orientador: Prof. Christine Tessele Nodari, Dr.

Porto Alegre

2014

Gilberto Teixeira da Cunha

**NAVEGAÇÃO HIDROVIÁRIA INTERIOR NO RS: VANTAGEM ECONÔMICA
COMPARADA AOS OUTROS MODAIS E IMPLANTAÇÃO
DO CALADO SAZONAL**

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção na Modalidade Acadêmica e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Prof. Christine Tessele Nodari, Dr.

Orientadora PPGEP/UFRGS

Prof. José Luis Duarte Ribeiro, Dr.

Coordenador PPGEP/UFRGS

Banca Examinadora:

Professor. Luis Afonso dos Santos Senna, PhD (PPGEP/UFRGS)

Professor. Francisco Carlos Bragança de Souza, Dr. (IPH/UFRGS)

Professor. Letícia Dexheimer, Dr. (Curso Superior de Tecnologia em Transportes Terrestres/UFPel)

Professor. Raquel da Fonseca Holz, MSc. (Curso Superior de Tecnologia em Transportes Terrestres/UFPel)

AGRADECIMENTOS

Agradeço à “DEUS” tudo que sou e o pouco que consigo realizar certamente devo a ele.

Aos meus filhos Frederico, Juliana e Enzo responsáveis pela minha alegria de viver e estímulo permanente para minhas realizações acadêmicas e profissionais.

À minha família pela parceria e paciência, quando da realização deste trabalho. À Suzana Caetano que soube compreender e apoiar os momentos difíceis e conturbados de dedicação ao estudo.

À minha orientadora, Prof. Dr. Christine Tessele Nodari (PITI), por enfrentar o desafio de me orientar, tarefa que realizou de uma forma precisa, companheira, paciente e indispensável.

Ao Engenheiro Paulo Antonio Dutra Duhá que me ajudou com sua sábia experiência do setor portuário e hidroviário gaúcho e ao Engenheiro José Luiz Fay de Azambuja pelas explicações e transferência de dados de extrema importância para realização do trabalho.

À Agência Nacional de Transportes Aquavúarios – ANTAQ que permitiu minha participação neste Mestrado e aos meus colegas de trabalho que pacientemente me incentivaram na jornada imposta pela realização deste estudo.

Agradeço às instituições e empresas que me forneceram dados para compor o objeto do estudo realizado.

À Banca Examinadora: Luis Afonso dos Santos Senna, PhD (PPGEP/UFRGS); Francisco Carlos Bragança de Souza, Dr. (IPH/UFRGS); Letícia Dexheimer, Dr. (Curso Superior de Tecnologia em Transportes Terrestres/UFPel); e a especialmente convidada Raquel da Fonseca Holz, MSc. (Curso Superior de Tecnologia em Transportes Terrestres/UFPel).

Aos meus professores da UFRGS, funcionários (especialmente à Verônica Rosa de Oliveira), aos estagiários (especialmente à Raísa) e aos meus colegas de mestrado: Sandra, Roger e Felipe pelo apoio e parceria durante a jornada. Especialmente a colega Marcelle Ribeiro que muito me ajudou na formatação final deste trabalho.

Por fim, agradeço à Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS pela grandiosidade e seriedade que impõe aos seus cursos de Pós-Graduação.

RESUMO

O Rio Grande do Sul possui um grande potencial para a navegação interior devido à extensão de sua rede hidrográfica de quase 2200 km, sendo 930 km navegáveis. Aliado a isto, na última década o estado apresentou um crescimento econômico em relação ao Produto Interno Bruto (PIB) de 167,2 %, segundo a Fundação de Economia e Estatística/RS. Mesmo com estas condicionantes favoráveis constata-se que o modelo atual da estrutura logística da movimentação de cargas continua a não privilegiar o setor hidroviário interior. Tendo em vista estes aspectos, esta dissertação apresenta um estudo cujos objetivos são: (i) identificar a representatividade do modal hidroviário interior em relação à movimentação de cargas, destinadas à exportação e importação, da metade norte do Rio Grande do Sul aos principais terminais privados hidroviários e ao porto público, localizados na cidade de Rio Grande; (ii) comparar o modal hidroviário com seus principais concorrentes, os modais rodoviário e ferroviário e (iii) avaliar o impacto econômico da adoção do calado sazonal. Para a comparação dos modais foram escolhidos três parâmetros que estabelecem custos em relação à tonelada quilometro transportada, são eles: custo médio de operação; custo despendido com combustíveis; e custos sociais. Após as informações coletadas foram processadas e analisadas, possibilitando identificar os custos gerados por cada modal. Na comparação destaca-se que o custo dos modais rodoviário e ferroviário são respectivamente 1541% e 405% maior do que o hidroviário interior e que a carga movimentada pelos três modais, em 2011, representou um custo total de R\$ 1,79 bilhões, ou seja, 0,65% do PIB estadual. Na avaliação da adoção do calado sazonal foi estudado o possível ganho em termos de capacidade de transporte de cargas e a redução de custos gerada pela utilização do transporte hidroviário interior, no Rio Grande do Sul, decorrentes da possível implantação da permissividade de um calado sazonal, em função da variação histórica dos níveis de água, verificados através das curvas de permanências em nove estações pluviométricas localizadas na Laguna dos Patos e no Lago Guaíba. Constatou-se que a adoção do calado sazonal, no ano de 2011, teria um impacto de redução de custos de transporte na ordem de R\$ 40,7 milhões, considerando a migração do modal rodoviário para o hidroviário e de R\$ 10,1 milhões se fosse considerado a migração do modal ferroviário para o hidroviário.

Palavras-chave: Transporte Hidroviário Interior/RS. Comparação de custos entre modais.

Curvas de permanência estações pluviométricas. Calado Sazonal na Laguna dos Patos e Lago Guaíba.

ABSTRACT

The state of Rio Grande do Sul (RS), in Brazil, has a significant potential for internal navigation due to the extent of its drainage network of almost 2,200 km, of which 930 km are navigable. Allied to this, in the last decade the state had an economic growth in relation to Gross Domestic Product (GDP) of 167.2%, according to the Foundation of Economics and Statistics/RS. Even with these favorable conditions it appears that the current model of logistic structure of shipment continues to not emphasis on the internal waterway sector. Considering these aspects, this dissertation presents a study whose objectives are: (i) identify the representativeness of the interior waterways in relation to handling, for export and import, the northern half of Rio Grande do Sul to the main private terminals waterway and the public port, located in the city of Rio Grande , (ii) compare the waterways with its main competitors, the road and rail modes, and (iii) evaluate the economic impact of the adoption of the draft season. To compare the modals, three parameters that establish costs in relation to the tone kilometers transported were chosen, they are: average cost of operation, cost spent on fuel, and social costs. After the data were processed and analyzed, it was possible to identify the costs generated by each mode. In comparison it is emphasized that the cost of road and rail modes are respectively 405% and 1541% higher than the inland waterway and the shipment handled by the three modes, in 2011, represented a total cost of R\$1.79 billion, i.e. 0.65% of the state GDP. In assessing the adoption of the draft seasonal possible gain was studied in terms of load carrying capacity and reducing costs generated by the use of inland waterway transport, in Rio Grande do Sul, from the possible deployment of the permissivity of a quiet season in function of the historical variation in water levels, checked through the curves stays in nine rainfall stations located in the Patos Lagoon and Lake Guaíba. It was found that the adoption of the draft season , in 2011, would have an impact of reducing transport costs in the order of R\$40.7 million, considering the migration from road transport to waterways and R\$10.1 million if found migrating the railroad to the waterway.

Keywords: Transportation waterways inside the RS. Comparing different modes of transport. Retention curves rainfall stations. Seasonal draught in the Patos Lagoon and Lake Guaíba.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Matriz Modal do Rio Grande do Sul e Brasil – 2005	15
Figura 2 – Delineamento do estudo	19
Figura 3 – Comparação transporte hidroviário Brasil – USA - União Européia (UE).....	24
Figura 4 – Comparativo de ocupação de espaço (comprimento)	25
Figura 5 – Emissões de CO2 para transportar 1 tonelada de carga por 1.000 km.....	25
Figura 6 – Consumo de combustível para transportar 1 tonelada de carga por 1.000 km	25
Figura 7 – Custo aproximado para construção de 1 km de infraestrutura.....	26
Figura 8 – Bacias Hidrográficas do Brasil.....	27
Figura 9 – Principais Hidrovias e Eclusas Brasileiras.....	28
Figura 10 – Bacia do Atlântico Sul	30
Figura 11 – Complexo lacustre Patos – Guaíba	31
Figura 12 – Lagoa Mirim	33
Figura 13 – Canal São Gonçalo e Barragem Eclusa.....	34
Figura 14 – Complexo Rio Uruguai – Rio Ibicuí	34
Figura 15 – Ligação Rio Ibicuí – Rio Jacuí.....	36
Figura 16 – Estimativa Futura de Cargas – Hidrovias do Sul (1000 ton)	37
Figura 17 – Desníveis d'água na região costeira e no interior da Laguna dos Patos	43
Figura 18 – Curva de Permanência.....	46
Figura 19 – Paralelo 32.....	48
Figura 20 – Calado, Pé de Piloto e Profundidade.....	49
Figura 21 – Rotas Logísticas Metade Norte/RS – Porto do Rio Grande.....	54
Figura 22 – Região Vale do Jacuí, Taquarí e Rio Pardo	54
Figura 23 – Região Metropolitana de Porto Alegre	54
Figura 24 – Região Serrana Agroindustrial/Metalurgica	54
Figura 25 – Região Serrana Centro Norte	55
Figura 26 – Região Serrana Central	55
Figura 27 – Região Serrana Nordeste.....	55
Figura 28 – Estações Pluviométricas Lago Guaíba e Laguna dos Patos	58
Figura 29 – Estação Pluviométrica Rio Grande (Laguna dos Patos)	58
Figura 30 – Estação Pluviométrica Laranjal (Laguna dos Patos).....	59
Figura 31 – Estação Pluviométrica São Lourenço do Sul (Laguna dos Patos)	59
Figura 32 – Estação Pluviométrica Arambaré (Laguna dos Patos).....	59

Figura 33 – Estação Pluviométrica Ponta do Coatis (Lago Guaíba)	60
Figura 34 – Estação Pluviométrica Ponta Grossa (Lago Guaíba)	60
Figura 35 - Estação Pluviométrica Ipanema (Lago Guaíba)	60
Figura 36 - Estação Pluviométrica Cristal (Lago Guaíba)	61
Figura 37 - Estação Pluviométrica Ilha da Pintada (Lago Guaíba)	61
Figura 38 - Curva de Permanência Estação Pluviométrica Rio Grande-Maio	63
Figura 39 - Curva de Permanência da Estação Pluviométrica Rio Grande (1988-2012)	69
Figura 40 - Curva de Permanência da Estação Pluviométrica Laranjal (1988–2012).....	70
Figura 41 - Curva de Permanência da Estação Pluviométrica São Lourenço do Sul (1988–2012).....	70
Figura 42 - Curva de Permanência da Estação Pluviométrica Arambaré (1988–2012).....	70
Figura 43 - Curva de Permanência da Estação Pluviométrica Ponta do Coatis (1988–2012)..	71
Figura 44 - Curva de Permanência da Estação Pluviométrica Ponta Grossa (1988–2012).....	71
Figura 45 - Curva de Permanência da Estação Pluviométrica Ipanema (1988-2012).....	71
Figura 46 - Curva de Permanência da Estação Pluviométrica Cristal (1988-2012).....	72
Figura 47 - Curva de Permanência da Estação Pluviométrica Ilha da Pintada (1988-2012)....	72

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 1: Matriz Brasileira do Transporte de Carga (TKU)	26
Tabela 2: Hidrovias na Bacia do Atlântico Sul - RS	32
Tabela 3: Transporte de Cargas na Navegação Interior –Rio Grande do Sul.....	37
Tabela 4: Empresas que Prestam Serviço como Armadores –RS	38
Quadro 5: TUP - Com Termo de Autorização da ANTAQ, em 2011.....	39
Quadro 6: TUP - Sem autorização da ANTAQ - 2011.....	39
Quadro 7: Portos Públicos	40
Tabela 8: Comparação entre Modos de Transporte.....	41
Tabela 9: Capacidade de Carga Conforme o Calado – Lei de Archimedes	50
Tabela 10: Comparação de Custos entre Rodoviário, Ferroviário e Hidroviário	52
Tabela 11: Movimentação de Cargas por Modal – Ano 2011.....	53
Tabela 12: Rotas e Distâncias na Navegação Interior	56
Tabela 13: Rotas e Distâncias Rodoviárias	56
Tabela 14: Rotas e Distâncias Ferroviárias	56
Tabela 15: Cálculo da Curva de Permanência Estação do Rio Grande (meses de maio).....	62
Tabela 16: Matriz Modal Rio Grande do Sul - 2005.....	65
Tabela 17: Custo Modal Total para cada 1000 ton de Carga Movimentada	66
Tabela 18: Custo Total de Movimentação Gerado por Modal - 2011.....	67
Tabela 19: Custo Total de Movimentação Gerado por Modal - 2031.....	67
Tabela 20: Custos, em 2011, admitindo o cenário com migração das cargas	68
Tabela 21: Custos, em 2031, admitindo o cenário com migração das cargas	68
Tabela 22: Cotas dos Níveis D'água referentes a probabilidade de 90%.....	72
Tabela 23 - Cotas dos Níveis d'água mensais que serão igualados ou superados em 90% dos casos – Laguna dos Patos (1988 a 2012).....	73
Tabela 24 - Cotas dos Níveis d'água mensais que serão igualados ou superados em 90% dos casos – Lago Guaíba (1988 a 2012)	74
Tabela 25 – Carga possível de ser acrescida ao hidroviário interior.	75
Tabela 26 – Redução de custos, migração de cargas do rodoviário para o hidroviário.	75
Tabela 27 – Redução de custos, migração de cargas do ferroviário para o hidroviário.....	75

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHSFRA	Administração da Hidrovia do Rio São Francisco – DNIT
AHSUL	Administração das Hidrovias do Sul – DNIT
AHITAR	Administração das Hidrovias do Tocantins e Araguaia – DNIT
ANA	Agência Nacional de Águas
ANTAQ	Agência Nacional de Transportes Aquaviários
CEGN	Centro de Estudos em Gestão Naval
CHM	Centro de Hidrografia da Marinha
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais –MME
DAER	Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem – RS
DERGO	Departamento de Estradas de Rodagem de Goiás
DEPREC	Departamento Estadual de Portos Rios e Canais – RS
DHN	Diretoria de Hidrografia e Navegação – Marinha
DNOS	Departamento Nacional de Obras e Saneamento
FEE	Fundação de Economia e Estatística – RS
FENAVEGA	Federação Nacional das Empresas de Navegação Marítima, Fluvial, Lacustre e de Tráfego Portuário
FIERGS	Federação das Indústrias do Rio Grande do Sul
GEIPOT	Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes
HIDRO	Sistema de Informações Hidrológicas – ANA
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
JICA	Japan International Cooperation Agency
NPCP	Normas e Procedimentos da Capitania dos Portos
PELT	Plano Estadual de Logística de Transportes – RS

PIB	Produto Interno Bruto
PIT	Plano Integrado de Transportes, da Secretaria de Transportes – RS
PHE	Plano Hidroviário Estratégico – MT
PNLT	Plano Nacional de Logística de Transportes
PROCERGS	Companhia de Processamento de Dados – RS
PTB	Tonelada de Porte Bruto
RUMOS 2015	Estudo sobre Desenvolvimento Regional e Logística de Transportes – RS
SEINFRA	Secretaria de Infraestrutura e Logística – RS
SEP	Secretaria Especial de Portos – BR
SEPLAG	Secretaria estadual de Planejamento e Gestão – RS
SOLAS	International Convention for the Safety of Life at Sea
SPH	Superintendência de Portos e Hidrovias – RS
SUPRG	Superintendência do Porto do Rio Grande – RS
TKU	Tonelada Quilômetro Útil
TUP	Terminal de Uso Privado
EU	União Européia
UFLA	Universidade Federal de Lavras – MG
USA	Estados Unidos da América
VALEC	Empresa Engenharia Construções e Ferrovia S.A.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1. COMENTÁRIOS INICIAIS	14
1.2. TEMA E OBJETIVOS	15
1.3. JUSTIFICATIVA	17
1.4. MÉTODO	18
1.5. LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	20
1.6. ESTRUTURA DO TRABALHO	20
2. REFERENCIAL TEÓRICO	22
2.1. CONTEXTO DA NAVEGAÇÃO HIDROVIÁRIA NO MUNDO E NO BRASIL.....	23
2.2. HISTÓRICO E CONTEXTO DA NAVEGAÇÃO HIDROVIÁRIA NO RS	29
2.2.1. Histórico da Estrutura Econômica da Movimentação Hidroviária Interior.....	29
2.2.2. Contexto da Navegação Hidroviária no Rio Grande do Sul.....	30
2.3. CARACTERÍSTICAS DA MOVIMENTAÇÃO HIDROVIÁRIA NO RS	35
2.3.1. Movimentação (tipos de cargas e quantidade movimentada).....	35
2.3.2. Empresas que efetuam a movimentação e embarcações	38
2.3.3. Custos e reflexos econômicos referentes à utilização do modal hidroviário....	40
2.4. CONSIDERAÇÕES HIDROLÓGICAS E DE NAVEGAÇÃO	42
2.4.1. Níveis d'água da Laguna dos Patos.....	42
2.4.2. Frequência de dados hidrológicos e curvas de permanência.....	44
2.4.3. Calado permissível nas hidrovias e segurança da navegação.....	46
2.4.4. Relação entre calado e cargas nas embarcações	49
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	51
3.1. VANTAGEM ECONÔMICA DO MODAL HIDROVIÁRIO	51
3.2. DADOS HIDROLÓGICOS DA LAGUNA DOS PATOS E LAGO GUAÍBA	57
4. ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	65
4.1. COMPARAÇÃO ENTRE OS MODAIS HIDROVIÁRIO, RODOVIÁRIO E FERROVIÁRIO	65
4.2. IMPLANTAÇÃO DO CALADO SAZONAL	69
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	76
REFÊRENCIAS	76
APÊNDICE A – Gráfico das Curvas de Permanência Mensais	83

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo, o tema do trabalho é contextualizado. São apresentados os objetivos do estudo realizado, bem como a justificativa para a pesquisa. O método de trabalho é descrito, assim como suas limitações. Por fim, a estrutura da dissertação é apresentada.

1.1. COMENTÁRIOS INICIAIS

A navegação interior é um importante meio para o transporte das riquezas de uma nação, principalmente em regiões ou estados federativos que tenham vocação natural hidrográfica (Azambuja, 2005). Conforme o Plano Hidroviário Estratégico, do Ministério dos Transportes (PHE/MT, 2013), a navegação de interior apresenta, dentre outros fatores benéficos, um ótimo rendimento energético, um pequeno impacto ambiental, um baixo custo operacional e um menor custo social quando comparado com outros modais de características assemelhadas, como o rodoviário e o ferroviário. O Rio Grande do Sul possui um grande potencial para a navegação interior devido à extensão de sua rede hidrográfica de quase 2.200 km, sendo que atualmente apenas 930 km são navegáveis (SPH/RS, 2006). Aliado a isto, na última década o estado apresentou um crescimento econômico em relação ao Produto Interno Bruto (PIB) de 167,2 %, segundo a Fundação de Economia e Estatística (FEE/RS, 2013), aumentando a demanda sobre o sistema de transportes de carga. Mesmo com estas condicionantes favoráveis constata-se que o modelo atual da estrutura logística da movimentação de cargas continua a não privilegiar o setor hidroviário interior. A matriz modal de movimentação de cargas do Rio Grande do Sul confere ao modal hidroviário interior um percentual de apenas 4%, ou seja, o último entre os seus principais concorrentes, o rodoviário e o ferroviário. Destaca-se também que este percentual de 4% difere de forma representativa do percentual existente na matriz nacional para o modal hidroviário que é de 13% (Figura 1). A não valorização desta opção modal limita as opções de transporte da região sul do país e gera reflexos na economia gaúcha. Essa situação tende a piorar se não houver ações que determinem uma mudança na atual matriz modal gaúcha.

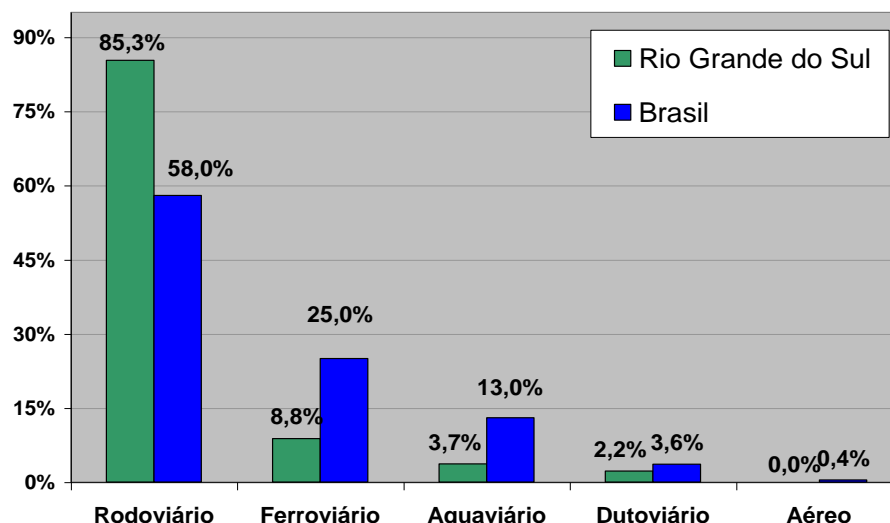


Figura 1 – Matriz Modal do Rio Grande do Sul e Brasil – 2005

Fonte: SEPLAG (2011)

Premente são o estudo e a pesquisa de novas modificações no setor, que possam determinar uma racionalização do uso de cada modal e buscar uma utilização mais representativa da hidrovía interior, trazendo benefícios econômicos à sociedade. Enfocando este aspecto, Azambuja (2005) menciona que a nova realidade mundial em que vigora a globalização, implica na busca, incessante de redução de custos. Surge assim uma nova visão de transporte, na qual se procura aumentar sua racionalidade associada a uma série de fatores de ordem logística que venham trazer, como resultado final, benefícios para todos os setores envolvidos. Nestes estudos há de se levar em consideração que as hidrovias interiores, ao contrário da navegação marítima que proporcionam condições operacionais praticamente permanentes, apresentam dificuldades físicas para a sua utilização como via de transporte (Costa, 2004). As condições de navegabilidade destas hidrovias interiores diferem ao longo do ano. Geralmente, aparecem restrições de profundidade, trechos estreitos, meandros, curvas fechadas e diferenças de níveis a transpor, que exigem intervenções para torná-las efetivamente navegáveis.

1.2. TEMA E OBJETIVOS

O acréscimo percentual da movimentação hidroviária interior na matriz modal do Rio Grande do Sul é um tema que envolve diversos aspectos de origem legal, política, econômica,

gerencial, geográfica e histórica que interferem no efetivo aproveitamento da navegabilidade das hidrovias. A análise da logística de utilização do modal hidroviário interior e a comparação com seus principais concorrentes, os modais rodoviário e ferroviário, são essenciais para determinar a influência que isto causa na econômica gaúcha. Necessário também a abordagem intrínseca dos problemas da hidrovia interior e as causas que impedem que o seu percentual de utilização na matriz modal seja aumentado.

Diversas podem ser as formas de abordagem dos problemas da hidrovia interior, o exemplo mais recente tem sido a discussão da melhoria da sinalização náutica dos canais de navegação da Laguna dos Patos, com vistas a melhora da segurança na navegação e ao atendimento das normas da Associação Internacional de Autoridades de Sinalização Náutica, ou seja uma eficácia mínima de 95% de segurança. Outra ação voltada a promoção da navegação interior ocorreu em 2009 quando a Superintendência de Portos e Hidrovias do Rio Grande do Sul (SPH) encaminhou a Secretaria Especial de Portos (SEP) um anteprojeto prevendo investimentos em sinalização para navegação noturna, o que permitiria uma navegação 24 horas, mantendo a segurança da navegabilidade e ampliando a possibilidade temporal de uso da hidrovia.

Outro aspecto que afeta as condições de navegabilidade é a profundidade, ou seja, os níveis d'água existentes na hidrovia. Estes níveis d'água podem variar e afetar positivamente ou negativamente a sua utilização como via navegável. Esta dissertação prevê a abordagem deste tema, pois na Laguna dos Patos os níveis da água em suas áreas internas, onde estão os canais de navegação, variam ao longo do ano. A hidrodinâmica da laguna depende principalmente das relações entre a descarga fluvial, decorrente do aporte de água doce dos rios da parte norte, principalmente os rios Jacuí e Taquari, assim como do rio Camaquã, este na região central da laguna. Aliado a isto também deve ser considerado a influência da ação dos ventos, onde a passagem de frentes meteorológicas eleva o nível do mar na costa forçando águas marinhas para o interior da laguna.

Assim, neste estudo serão abordados dois aspectos, o primeiro a perda econômica que o Estado do Rio Grande do Sul vem acumulando com a baixa utilização do modal hidroviário interior e o segundo a possibilidade de aumento sazonal do calado permissível em função do histórico dos níveis d'água na Laguna dos Patos e no Lago Guaíba. Os objetivos do primeiro aspecto são: (i) identificar a representatividade do modal hidroviário interior em relação à

movimentação de cargas, destinadas à exportação e importação, da metade norte do Rio Grande do Sul aos principais terminais privados hidroviários e ao porto público, localizados na cidade de Rio Grande; (ii) comparar o modal hidroviário com seus principais concorrentes os modais rodoviário e ferroviário, utilizando-se três parâmetros que estabelecem custos em relação à tonelada quilômetro transportada, são eles: custo médio de operação, custo despendido com combustíveis, e (iii) custos sociais; e identificar o custo gerado por modal e sua influência em relação ao contexto econômico gaúcho, determinando a influência econômica, em relação ao Produto Interno Bruto (PIB), caso houvesse modificações na movimentação das cargas por hidrovia interior. Já para o segundo aspecto o objetivo é identificar o possível ganho em termos de capacidade de transporte de cargas e a redução de custos gerada pela utilização do transporte hidroviário interior, no Rio Grande do Sul, decorrentes da possível implantação da permissividade de um calado sazonal, em função da variação histórica dos níveis de água, verificados através das curvas de permanências em nove estações pluviométricas localizadas na Laguna dos Patos e no Lago Guaíba.

1.3. JUSTIFICATIVA

A justificativa deste trabalho está relacionada à velocidade com que o crescimento econômico vem acontecendo no Rio Grande do Sul, gerando a necessidade de uma nova estruturação ou redimensionamento de sua rede de transportes, que utilize de maneira adequada as características físicas e operacionais de cada modo de transporte. As dimensões que as operações logísticas precisam utilizar para atender a atual e futura demanda de cargas da região norte do Rio Grande do Sul ao porto do Rio Grande exigem o desenvolvimento de soluções de transporte previamente avaliadas que possam garantir segurança, rendimento energético, um pequeno impacto ambiental, um baixo custo operacional e um baixo custo social.

Torna-se, assim, necessário a análise da infraestrutura de transporte existente no Rio Grande do Sul e da logística de deslocamento desenvolvida hoje por cada um dos modais. Desta forma, mesmo que parcial, segundo a abrangência do estudo, poderá ser estabelecida uma avaliação econômica, tornando possível identificar novas alternativas que possam influenciar uma possível reestruturação da matriz modal.

1.4. MÉTODO

Este estudo trata-se de uma pesquisa de natureza aplicada na medida que trata da possibilidade de alteração no calado permitido na Laguna dos Patos. A caracterização do método utilizado neste estudo, quanto à forma de abordagem, pode ser classificada como qualitativo e quantitativo. É qualitativo, pois a análise identifica e descreve a navegação hidroviária interior no mundo, no Brasil e no Rio Grande do Sul, com ênfase naquela que ocorre na Laguna dos Patos e no Lago Guaíba, faz a comparação de fatores determinantes entre o modal hidroviário com o rodoviário e ferroviário e identifica as influências que geram a variação de níveis na hidrovia. É quantitativo, visto que identifica os valores correspondentes a custos para movimentação de cargas, de exportação e importação, na navegação interior, nas rodovias e ferrovias, elemento este de fundamental importância no estabelecimento da relação com a economia do Estado. Adicionalmente, identifica, em relação a um período histórico, os níveis d'água ocorridos em nove estações pluviométricas, e o seu comportamento através das curvas de permanências.

O estudo tem propósito descritivo e exploratório buscando: (i) traçar um comparativo do modal hidroviário com os modais ferroviário e rodoviário; (ii) apresentar a estrutura hidroviária existente em relação a capacidade atual de movimentação, por parte dos armadores; e (iii) identificar quais os percentuais de participação de cada modal nas operações de cargas, de exportação e importação, efetuadas pelos principais terminais privados e pelo porto do Rio Grande.

Quanto ao procedimento técnico foi adotado a pesquisa bibliográfica, principalmente de livros, artigos de periódicos, além de material disponibilizado na Internet. Foi também documental, pois foi elaborada através de pesquisa em dados que não receberam tratamento analítico ou que podem ser reelaborados de acordo com os objetivos da pesquisa. Outra fonte de informação utilizada foi a realização de entrevistas não estruturadas junto aos terminais de uso privado e com profissionais de notório conhecimento sobre o assunto, envolvendo Superintendente da Administração das Hidrovias do Sul (AHSUL), ex-diretor do Departamento Estadual de Portos Rios e Canais (DEPRC), técnicos da Superintendência de Portos e Hidrovias (SPH) e especialistas em regulação da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ). As entrevistas foram efetuadas durante o segundo semestre de 2012 e no ano de 2013, o roteiro versou sobre aspectos operacionais e custos envolvidos na

navegação interior, a qualidade dos serviços prestados, a relação da participação modal na movimentação das cargas com a economia, o comportamento dos níveis d'água na Laguna dos Patos e no Lago Guaíba.

A Figura 2 apresenta o delineamento do estudo que consistiu de 5 macro etapas: (i) Revisão teórica; (ii) Pesquisa qualitativa; (iii) Pesquisa Quantitativa; (iv) Análise dos dados e (v) Conclusões.



Figura 2 – Delineamento do estudo

Fonte: elaborada pelo autor

1.5. LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Podem-se apontar algumas limitações para realização deste estudo: considerando a questão da vantagem econômica da navegação hidroviário interior, a primeira limitação refere-se ao fato de que a comparação entre os custos de cada modal levou em consideração apenas o custo médio de operação, os custos sociais e o custo despendido com combustíveis, não abordando custos de implantação e manutenção das vias, ou aspectos como a emissão de poluentes e a vida útil da infraestrutura. A segunda limitação ateu-se a priorização de cargas existentes na metade norte do Rio Grande do Sul e que possuíam direcionamento a portos e terminais hidroviários, exportadores e importadores, localizados na cidade de Rio Grande. Não foram consideradas diversas outras cargas que se utilizam das rotas estabelecidas sem que o destino sejam os portos e terminais, ou ainda cargas de outras regiões que poderiam utilizar a hidrovía interior.

Quanto ao tema implantação do calado sazonal a principal limitação é que as informações hidrológicas utilizadas para obtenção dos dados históricos dos níveis d'água na Laguna dos Patos e no Lago Guaíba, provém das estações pluviométricas, cadastradas no Sistema de Informações Hidrológicas (HIDRO), da Agência Nacional de Águas (ANA), correspondente a quatro estações na Laguna dos Patos e cinco estações no Lago Guaíba, o que pode ser considerado um número pequeno de referências considerando as dimensões da laguna.

1.6. ESTRUTURA DO TRABALHO

A dissertação está estruturada em cinco capítulos. O primeiro capítulo refere-se a introdução que apresenta a justificativa para o estudo dos temas abordados, uma síntese das vantagens da utilização do modal hidroviário interior, a potencialidade do Rio Grande do Sul para melhorar seus percentuais de utilização deste modal, os objetivos, a metodologia e as limitações do estudo. No capítulo 2 é feita uma análise do contexto da navegação hidroviária no mundo, no Brasil e no Rio Grande do Sul, identifica os possíveis índices de comparação entre os modais e matriz de utilização destes. Elabora um perfil das características de movimentação das cargas, das embarcações, empresas que prestam este serviço e dos conceitos que envolvem custos e reflexos econômicos.

No capítulo 3 é descrito os métodos e procedimentos utilizados para determinar a relação existente entre a perda de movimentação de cargas por hidrovia e as consequências que isto impõe a economia gaúcha. Também descreve como foram obtidos e analisados os levantamentos hidrológicos e procedimentos para identificar se o calado oficial hoje impõe riscos de segurança à navegação ou permitem novas estruturas que favorecem o desempenho econômico do Estado.

No capítulo 4 se analisam os dados levantados e são realizadas simulações de mudanças na matriz modal gaúcha, com suas respectivas vantagens econômicas. Também é procedida a análise dos levantamentos hidrológicos, para determinar na prática a possibilidade de ampliação do calado oficial de navegação, sem riscos de segurança.

No capítulo 5, com os pontos de discussão e conclusões dos capítulos anteriores, são mostradas as perdas econômicas que o Rio Grande do Sul está acumulando, com a atual matriz modal. Demonstra que o calado oficial da Lagoa dos Patos e Lago do Guaíba pode ser acrescido uma polegada, com total segurança para navegação, gerando uma possibilidade de acréscimo na movimentação de cargas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção foram revisados estudos e dados sobre o transporte hidroviário que sustentam o desenvolvimento deste trabalho, suas análises e conclusões. Inicialmente o tema foi abordado sob a ótica da utilização e organização deste modo de transportes no mundo, de forma isolada e em comparação com outros modais. Na sequência são apresentados estudos específicos sobre a navegação hidroviária no Rio Grande do Sul. Por fim, são revisados conceitos relevantes sobre a hidrologia e sobre questões de navegação da rede hidroviária interior.

Existem países como a China, os Estados Unidos e a Alemanha que aproveitam os recursos hídricos do seu território para promoção do modo hidroviário, seja para o transporte de cargas, seja para o transporte de passageiros. Tal tendência está em consonância com os princípios de desenvolvimento sustentável tendo em vista que este modo, além de produzir baixo impacto ambiental, em relação à emissão de poluentes, como o hidróxido, monóxido e óxido de carbono, também consome menos combustível que os demais e os custos associados à sua implantação e operação são também baixos (Costa, 2004). O Brasil ainda utiliza de forma tímida os seus recursos hídricos para navegação, o Rio Grande do Sul está incluído neste contexto. Neste sentido, analisar a estrutura de movimentação hidroviária interior gaúcha, mostrando seu histórico e suas características, pode ajudar a identificar as características desta movimentação e conseqüentemente as possíveis modificações a serem realizadas e seus reflexos em relação à economia.

Conforme (Tamoyo et al., 2008) para aproveitar o potencial hídrico do Brasil ainda pouco explorado, é fundamental a realização de estudos sobre as intervenções na infraestrutura, nos trechos não navegáveis. Tais intervenções podem ser obras simples como retiradas de obstáculos, como pedras e galhadas, e retificação de leitos de rios, ou realização de obras pesadas e custosas como construção de barragens para regularização de cheias e de eclusas para transposição de níveis. Pela sua natureza e pelos equipamentos utilizados, esses empreendimentos têm alto potencial poluidor, havendo, portanto necessidade de obtenção de licenciamento ambiental prévio e, em consequência, de desenvolvimento de estudos de impacto ambiental.

2.1. CONTEXTO DA NAVEGAÇÃO HIDROVIÁRIA NO MUNDO E NO BRASIL

As vias navegáveis no mundo totalizam aproximadamente 450.000 km de extensão, dos quais apenas 190.000 km são utilizados para este fim (Fernandes et al., 2005). Entre os que mais utilizam o seu potencial hidroviário, encontramos a Europa Ocidental e os Estados Unidos (Cabral, 1996). Na Europa, um dos principais fatores para a expansão do sistema hidroviário foi a cooperação econômica que ocorreu a partir das atividades desenvolvidas em torno do carvão e do aço, na década de sessenta. A Alemanha, a Holanda, a França, e a Bélgica buscaram um modelo de integração continental que foi viabilizado por investimentos em infra-estrutura, potencializando a capacidade de transporte no continente (Seidenfus, 1994; Burn, 1984; Slob, 1998; VanSchijndel e Dinwoodie, 2000).

No conjunto de países que formavam a ex-União Soviética existem cerca de 50.000 km de hidrovias, nas suas diferentes bacias hidrográficas (Campêlo e Duhá, 2009). Esses países utilizam cerca de 31% de sua rede hidroviária potencial, sendo que a sua infraestrutura possui mais de 100 eclusas (Cabral, 1996). Outro sistema hidroviário internacional bastante eficiente é o americano. Segundo Johnson & Wood (1990 apud Oliveira e Caixeta Filho, 2001) os Estados Unidos possuem 25.749 km de extensão, com 2,7 m de profundidade mínima, e apresenta alta conectividade, com 86% da extensão interligada.

A navegação interior apresenta, dentre outros fatores, um bom rendimento energético e pequeno impacto ambiental, mesmo assim encontra-se sub-utilizada no Brasil (Azambuja, 2005). Corroborando com esta idéia Silva (2006) diz que o Brasil insere-se no grupo de países com o menor índice de aproveitamento de suas vias potencialmente navegáveis. Posteriormente, o mesmo autor estabelece uma comparação com os Estados Unidos da América (EUA), onde menciona que o Brasil possui cerca de 40.000 km de rede hidroviária por onde circulam 25.000.000 ton/ano de carga, implicando em uma taxa anual de 625 ton/km. Já a rede norte americana possui 19.300 km por onde circulam 120.000.000 ton/ano de carga, implicando na taxa anual de 6.217 ton/km, quase 10 vezes maior que a do Brasil. Essa taxa expressa o baixo índice de aproveitamento da rede hidroviária brasileira. Destaca-se, que a extensão das vias brasileiras corresponde ao dobro das vias dos EUA, ou seja, o potencial nacional para o transporte hidroviário é elevado.

Outro comparativo entre nações é mostrado no Plano Hidroviário Estratégico do Ministério dos Transportes (PHE/MT, 2013). Nele constam os principais aspectos em relação as hidrovias, na Europa, Estados Unidos e Brasil, conforme Figura 3.

Aspecto	Europa	Estados Unidos	Brasil
Tamanho em km ²	10.180.000	9.826.675	8,514.877
Extensão das hidrovias em km	51.668	41.009	41,994
Extensão das hidrovias navegáveis (utilizadas para o comércio) em km	UE25: 37.200 UE27 2008: 40.929	19.312	20.956
Carga anual transportada pelo THI	Reno: 310 milhões de toneladas	Mississipi: 483 milhões de toneladas	Brasil total: 25 milhões de toneladas
Tamanho da frota (quantidade de embarcações)	17.679	40.512	857

Figura 3 – Comparação transporte hidroviário Brasil – USA - União Européia (UE)

Fonte: PHE/MT (2013)

A transição do campo potencial para o de implementação de ações, que busquem o aproveitamento do transporte hidroviário, necessita de adoção de políticas baseadas em estudos que integrem aspectos científico-tecnológicos, ambientais e socioeconômicos. Como entendimento geral é possível observar que existe uma tendência mundial de destacar o modal hidroviário dos demais modais, em função de suas vantagens em relação às condições ambientais e econômicas.

As Figuras 4 a 7, elaboradas pela Federação Nacional das Empresas de Navegação Marítima, Fluvial, Lacustre e de Tráfego Portuário (FENAVEGA) em conjunto com a Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), mostram as vantagens do modal hidroviário em relação aos modais rodoviário e ferroviário considerando os seguintes quesitos: (i) de ocupação de espaço, em relação ao comprimento; (ii) emissão de CO₂ para transportar 1 tonelada de carga, por 1.000 km; (iii) consumo de combustível para transportar 1 tonelada de carga, por 1.000 km; e (iv) custo aproximado para construção de 1km de infraestrutura.

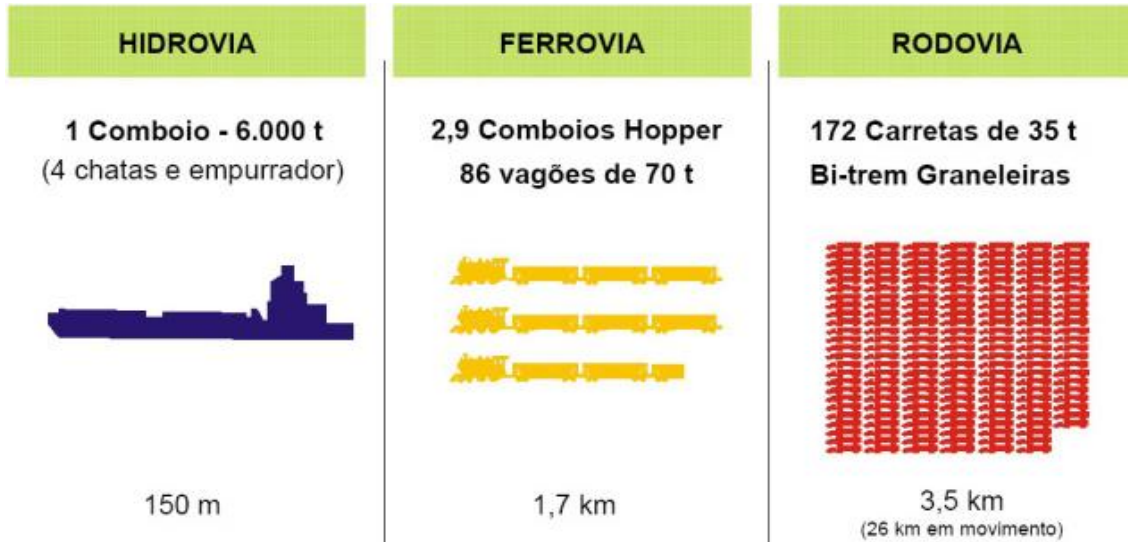


Figura 4 – Comparativo de ocupação de espaço (comprimento)

Fonte: FENAVEGA e ANTAQ (2013)



Dióxido de Carbono: 1 caminhão produz 10 vezes mais do que um empurrador

Figura 5 – Emissões de CO2 para transportar 1 tonelada de carga por 1.000 km

Fonte: FENAVEGA e ANTAQ (2013)



Figura 6 – Consumo de combustível para transportar 1 tonelada de carga por 1.000 km

Fonte: FENAVEGA e ANTAQ (2013)



Figura 7 – Custo aproximado para construção de 1 km de infraestrutura

Fonte: FENAVEGA e ANTAQ (2013)

Mesmo com as vantagens que o modal hidroviário apresenta em relação aos seus principais concorrentes, rodoviário e ferroviário, o Brasil continua a favorecer o transporte de carga por rodovia. Os dados referentes à matriz nacional de transporte de carga estão mostrados na Tabela 1, onde é possível observar, nas pesquisas da Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes (GEIPOT), referente aos anos de 1993, 1999 e 2000, e nos relatórios de 2009 e 2012 do Plano Nacional de Logística e Transportes (PNLT), que o modal rodoviário vem reduzindo sua representatividade, enquanto o modal ferroviário foi o que mais cresceu. Observa-se ainda, que a participação do modal hidroviário na matriz de transportes não sofreu variações expressivas nas duas últimas décadas, mantendo-se praticamente estagnado, inclusive com uma pequena redução.

Tabela 1: Matriz Brasileira do Transporte de Carga (TKU)

Modal/Ano	1993*	1999*	2000*	2005**	2011***
Rodoviário	61,74%	61,82%	60,49%	58,00%	52,00%
Ferrovário	22,61%	19,46%	20,86%	25,00%	30,00%
Aquaviário	11,15%	13,83%	13,86%	13,00%	13,00%
Dutoviário	4,21%	4,58%	4,46%	3,60%	5,00%
Aéreo	0,29%	0,31%	0,33%	0,40%	- (1)

Fontes: * GEIPOT (1993, 1999, 2000)

** Relatório do PNLТ de novembro 2009.

*** Relatório do PNLТ de setembro 2012.

(1) O transporte aéreo não foi considerado na pesquisa.

Importante ressaltar que num mundo globalizado, onde a economia dita às regras de mercado, destaca-se a importância e o diferencial competitivo que um planejamento logístico bem sucedido causa neste mercado. Entregar o produto no destino certo, na hora certa, e com o menor custo possível é a chave do sucesso logístico. Contudo, as vantagens de custos

apresentadas pelo transporte hidroviário devem ser analisadas com critério. O modal hidroviário é uma alternativa de transporte que ocorre terminal a terminal e, portanto, exige a participação do modal rodoviário para propiciar a movimentação porta-a-porta, o que pode tornar o deslocamento de produtos inviável a curtas distâncias.

Ao mesmo tempo, as vias navegáveis brasileiras apresentam algumas características geográficas que acabam por inibir o uso das hidrovias. Segundo Caixeta-Filho e Gameiro (2001) a maior parte das hidrovias no Brasil não desemboca no oceano, fazendo com que a carga sofra várias operações de transbordo antes de atingir o destino final, encarecendo o custo de transporte e inibindo o uso deste modal. Além disso, as hidrovias brasileiras não se localizam próximas aos importantes centros econômicos e existe uma certa resistência dos órgãos de proteção ambiental às intervenções necessárias para adequação das vias navegáveis, reprimindo o uso do modal hidroviário.

Com relação à configuração geográfica do sistema hidroviário nacional, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2003) e o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH, 2003), após Resolução nº 32, de 15 de outubro de 2003, o Brasil passou a ser dividido em doze regiões hidrográficas, conforme mostra a Figura 8



Figura 8 – Bacias Hidrográficas do Brasil

Fonte: CNRH (2003)

. São elas: Bacia Amazônica; Bacia do Nordeste Ocidental; Bacia do Nordeste Oriental; Bacia da Parnaíba; Bacia do Tocantins–Araguaia; Bacia do São Francisco; Bacia do Leste; Bacia do Paraguai; Bacia do Tiête-Paraná; Bacia do Bacia Atlântico Sudeste; Bacia do Bacia Atlântico Sul; e Bacia do Uruguai. Em todas elas o transporte hidroviário está presente, em proporções maiores e menores, nos segmentos de transporte de cargas e passageiros, turismo e lazer. Destacam-se, no transporte de passageiros, a Bacia Amazônica e, em menor proporção, a Bacia do São Francisco. As demais se dividem entre as atividades de transporte de cargas, veículos (travessias), turismo e lazer.

Estas bacias hidrográficas guardam diferenças marcantes entre si, constituindo-se cada qual em um sistema próprio, com características peculiares. Segundo a Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes (GEIPOT, 1989) - atualmente extinta - os principais pontos de diferenciação das bacias hidrográficas são: as características hidromorfológicas de seus rios; as condições naturais de navegação; a necessidade de obras de melhoramento ou transposição; o grau de desenvolvimento operacional; as restrições de navegação até o mar; os tipos de produtos e cargas transportadas; o grau de atendimento às necessidades locais; os tipos de embarcações e; a organização de mercado. Uma das principais diferenças nas bacias em termos de navegabilidade é a necessidade da execução de eclusas. A Figura 9 mostra as principais hidrovias existentes nas bacias e as eclusas brasileiras.



Figura 9 – Principais Hidrovias e Eclusas Brasileiras

Fonte: CEGN (2008)

2.2. HISTÓRICO E CONTEXTO DA NAVEGAÇÃO HIDROVIÁRIA - RS

O contexto da navegação interior no Rio Grande do Sul passa pela estrutura econômica da movimentação de cargas ao longo das últimas 21 décadas. Assim, faz-se necessário detalhar essa estrutura econômica de navegação hidroviária interior. A seguir estão apresentados o histórico e o contexto dessa estrutura.

2.2.1. Histórico da Estrutura Econômica da Movimentação Hidroviária Interior

A estrutura econômica do Rio Grande do Sul, no seguimento do transporte hidroviário interior, passou por diversas transformações ao longo dos séculos até os dias atuais. A história mostra que, no início do século XIX, a carne e o couro eram os principais produtos da região, e a atividade econômica ficava predominantemente vinculada ao transporte terrestre de gado em pé, para venda nas feiras de São Paulo. Com o surgimento da indústria do charque na região sul do estado, os produtos charque e couro passaram a ser transportados por hidrovia, através da cabotagem ou navegação de longo curso, por ser a maneira mais econômica para movimentá-los (Campêlo e Duhá, 2009).

Em meados do século XIX, com a colonização alemã na região central do estado, começaram a aparecer os excedentes de produção, que precisavam ser comercializados. O caminho natural era por meio da navegação interior, através dos Rios dos Sinos, Jacuí, Caí e Taquari, em direção a Porto Alegre. A capital do Rio Grande do Sul tornou-se um entreposto para exportação dos produtos coloniais e assumiu a condição de segundo polo geoeconômico do Estado sobrepujando a região sul. Começa assim a se destacar a utilização da navegação interior na Laguna dos Patos (Campêlo e Duhá, 2009).

O século XX caracterizou-se por firmar esta navegação interior, centrada no Porto de Porto Alegre, exportando e importando produtos para o exterior, via navegação de longo curso, ou para o mercado brasileiro, via cabotagem. Com o chegar do século XXI, a configuração de uma crescente demanda hidroviária gerou uma mudança econômica no setor, estimulando o poder público e a iniciativa privada a investirem no desenvolvimento desta atividade modal. Programas, como o de corredores de exportação do governo federal, em consonância com o estadual, permitiram a implantação de melhorias na infraestrutura, fazendo com que a prestação dos serviços nos portos públicos se estendesse para terminais

A navegação interior na Bacia do Atlântico Sul, na área localizada no Rio Grande do Sul, pode ser praticada nos trechos hidroviários mostrados na Tabela 2, com seus respectivos estirões e com os calados máximos de operação que são estabelecidos pela Autoridade Portuária, sob coordenação da Autoridade Marítima. Alguns destes trechos possuem sub-trechos com calados diferenciados. Há de se considerar que os trechos hidroviários navegáveis podem ser constituídos de canais naturais e/ou artificiais. Estes últimos dependem de manutenção, através de dragagem e podem em determinadas épocas apresentar condições de navegabilidade diferenciada.

Tabela 2: Hidrovias na Bacia do Atlântico Sul - RS

Hidrovia	Estirão * (km)	Calado** (m)
Rio Jacuí	230,00	5,18 – 4,0 – 2,0
Rio Taquari	87,00	2,5
Rio Cai	22,70	4,0 – 2,5
Rio dos Sinos	15,00	4,0 – 2,5
Rio Gravataí	9,50	4
Lago do Guaíba	56,00	5,18
Laguna dos Patos	260,00	5,18
Lagoa Mirim	180,00	2,5
Canal São Gonçalo	70,00	5,18 – 2,5
TOTAL	930,2	

Fonte: SPH/RS (2006) (adaptado pelo autor)

Obs.: (*) Comprimento do trecho navegável.

(**) Distância vertical entre a superfície da água e a parte mais baixa da quilha da embarcação.

A Lagoa Mirim, citada por Azambuja (2005) como Bacia da Lagoa Mirim é uma via hidroviária considerada integrante da Bacia do Atlântico Sul, está localizada no extremo sul do Estado do Rio Grande do Sul e no nordeste da República Oriental do Uruguai. Boa parte de sua extensão perimetral é fronteira com a República Uruguia. Conforme menciona Holz (2006) a Lagoa Mirim é a segunda maior lagoa do Brasil e uma das mais belas, com capacidade turística não explorada na sua totalidade. O seu sistema hidrológico se caracteriza por ter vários pontos de entrada, e um só ponto de saída. Os pontos de entrada são os correspondentes às sub-bacias de contribuição e a saída natural de água da lagoa ocorre através do Canal São Gonçalo, numa extensão de 76 km. O escoamento no Canal São Gonçalo pode ocorrer em um ou noutro sentido, dependendo da maré e da intensidade dos ventos, que são bastante intensos no local. O sentido mais comum de escoamento é da Mirim para Laguna dos Patos. Porém, pode se reverter quando a Lagoa Mirim está muito baixa (Holz, 2006).

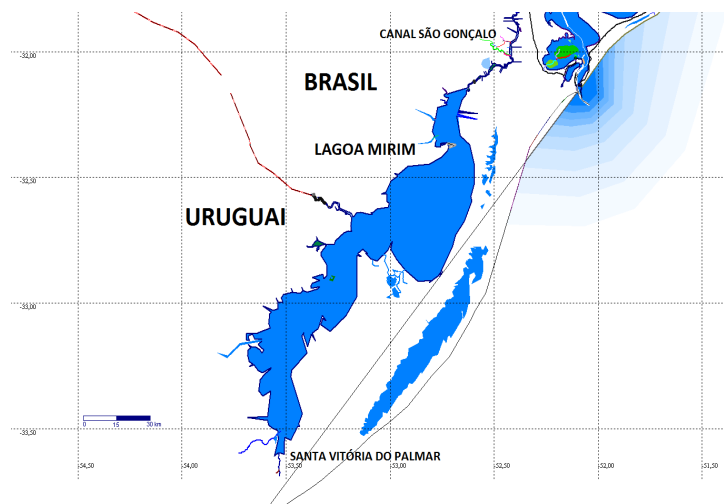


Figura 12 – Lagoa Mirim

Fonte: Imagem do Google (2013) (adaptada pelo autor)

A Lagoa Mirim, mostrada na Figura 12, é rasa, comparada com as principais lagoas Brasileiras, com profundidade média de 6m, extensão ad a de 180 km, largura média de 22km e máxima de 37km, é considerada a terceira da América do Sul em volume d’água, sua bacia cobre uma área de 62.250 km², 76% destes em território brasileiro e 24% em território uruguaio. Apresenta profundidades naturais de 6,50m no trecho fronteiroço, do extremo sul até a foz do Rio Jaguarão; de 4m no trecho médio, entre a foz do Rio Jaguarão e a Ponta do Alegre; de 3m no trecho norte, desde a Ponta do Alegre até o início do Canal de São Gonçalo (Beltrame & Tucci, 1998).

O Canal São Gonçalo faz ligação entre a Laguna dos Patos e a Lagoa Mirim (Figura 13), sua largura média varia de 200m a 300m e a profundidade média é de 6,0 m, seu principal afluente é o Rio Piratini. Nele, próximo a cidade de Pelotas, foi construída pelo extinto Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS), a Barragem Eclusa que evita a penetração da água salgada, proveniente da Laguna dos Patos quando a mesma está salinizada, devido ao ingresso de água do Oceano Atlântico pelo canal de navegação localizado na cidade de Rio Grande. Isto mantém o trecho ao sul propício a orizicultura irrigada. A Barragem Eclusa que também permite a navegação, foi concluída em 1977, possui eclusa de 120m de comprimento e 17m de largura, com 18 comportas de controle com 12m de largura e 3,2m de altura e uma comporta de navegação com 17m de largura e 8m de altura conforme Programa Pró-Mar de Dentro, Estudo do gerenciamento ambiental da bacia hidrográfica das Lagoas dos Patos e Mirim, desenvolvido pela Japan Internacional Cooperation Agency (JICA, 2000).

2.3. CARACTERÍSTICAS DA MOVIMENTAÇÃO HIDROVIÁRIA NO RS

As três principais rotas hidroviárias do estado são as de: Porto Alegre – Rio Grande, Cachoeira do Sul – Rio Grande e Estrela – Rio Grande, todas elas utilizando o Lago Guaíba e a Laguna dos Patos como trecho hidroviário. No entanto, a rota que merece maior destaque é a rota hidroviária Porto Alegre – Rio Grande, que apresenta conseqüentemente a maior movimentação de carga e é a que possui o maior calado de 5,18 m (Silva, 2006). As outras duas rotas possuem calados diferenciados em seus sub-trechos, conforme foi mostrado na Tabela 2.

2.3.1. *Movimentação (tipos de cargas e quantidade movimentada)*

As cargas mais significativas transportadas pela hidrovia no sentido de Rio Grande são os produtos petroquímicos, derivados de petróleo, farelo, óleo de soja e celulose. No sentido de Porto Alegre, destacam-se os fertilizantes, sal e clínquer (SEPLAG, 2011).

De acordo com Silva (2006) a caracterização socioeconômica da Bacia da Laguna dos Patos pode ser sintetizada da seguinte maneira: na hidrovia do Jacuí x Taquari existe boa movimentação anual de carvão mineral, cereais e derivados. A área da bacia possui uma agricultura bastante desenvolvida, onde predomina o cultivo da soja, do milho, do trigo e do arroz. O setor agropecuário exerce forte influência sobre os setores secundário e terciário. As atividades industriais estão concentradas nos municípios de: Rio Grande, Gravataí, Canoas, Bento Gonçalves, Caxias do Sul, São Leopoldo, Esteio, Porto Alegre e Novo Hamburgo. No eixo Porto Alegre - Pelotas há expressiva concentração de indústrias de beneficiamento de arroz. Os recursos minerais representam a melhor opção para o desenvolvimento dessa região, onde já existem atividades de mineração, explorando ferro, chumbo, cobre, calcário, calcita, granito, talco, dolomita e carvão.

Na Bacia Uruguai, embora atualmente sem movimentação hidroviária, encontram-se principalmente atividades agropecuárias. As principais culturas da região são a soja, o arroz, o trigo e o milho. Aproximadamente 80% da produção total de grãos do estado de Santa Catarina estão concentrados nesta bacia e aproximadamente 60% do total da produção do Rio Grande do Sul (Rebouças, Braga e Tundisi, 1999). A ligação entre o Rio Ibicuí e o Rio Jacuí (Figura 15) poderá no futuro fazer parte de um planejamento regional, pois também apresenta interesse internacional pela interligação da Bacia do Rio Uruguai ao complexo hidroviário da

Laguna dos Patos e o porto de Rio Grande. Existe um projeto realizado pela empresa Wittler Engenharia e Hidrovia (WITTER, 2000). Esta hidrovia teria o seguinte traçado: Rio Jacuí, canalizado até a barragem de Fandango, prosseguindo pelo vale do Vacacaí e do banhado de Santa Catarina. O divisor de águas das bacias, ou seja, linha de altura máxima que divide as bacias, está na cota aproximada de 100m. Na vertente do Ibicuí, a ligação seguiria o vale do Rio Santa Maria e o próprio Rio Ibicuí, que seria canalizado até o remanso da barragem de São Pedro, no Rio Uruguai. A barragem de São Pedro, construída com eclusa, proporcionaria a ligação com o lago da barragem uruguaio-argentina de Salto Grande. O trecho do Rio Uruguai a jusante de Salto Grande já é navegável. Essa ligação, além de integrar a Bacia do Rio Uruguai aos portos de Porto Alegre e Rio Grande, criaria uma hidrovia interior ligando esses portos ao estuário do Prata e interligando-os ao complexo hidroviário da Bacia Paraná-Paraguai. (WITTER, 2000).

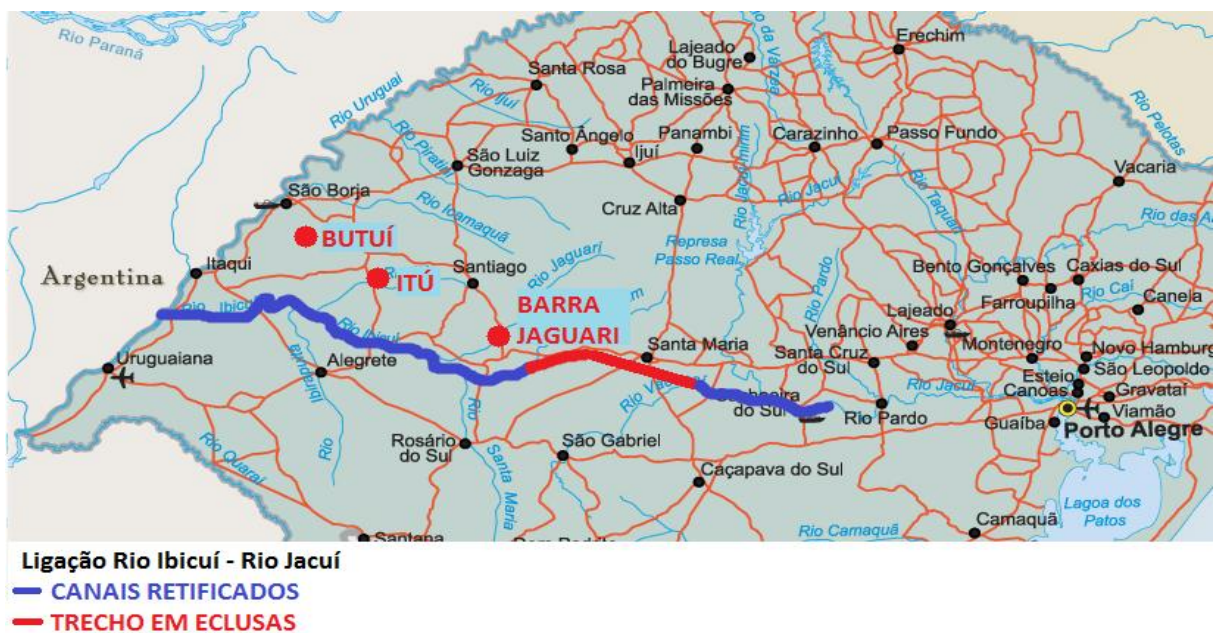


Figura 15 – Ligação Rio Ibicuí – Rio Jacuí

Fonte: Wittler Engenharia e Hidrovia (2000)

No Anuário Estatístico Aquaviário da ANTAQ (2011) (Tabela 3) é possível observar o transporte de cargas na navegação interior, por mercadoria, no Rio Grande do Sul, referentes aos anos de 2010 e 2011. Constata-se que o aumento no total de toneladas transportadas entre os anos de 2010 e 2011 foi de aproximadamente 25%, passando de 2.974.558 para 3.721.986 toneladas.

Tabela 3: Transporte de Cargas na Navegação Interior –Rio Grande do Sul

Mercadoria	2010		2011	
	Quant. Transp. (t)	%	Quant. Transp. (t)	%
Fertilizantes Adubos	228.056	7,67	769.967	20,69
Soja	195.332	6,57	566.355	15,22
Farelo de Soja	103.000	3,46	553.214	14,86
Combustíveis e Óleos Minerais	399.513	13,43	395.596	10,63
Madeira	271.502	9,13	294.174	7,90
Produtos Químicos Orgânicos	647.371	21,76	292.885	7,87
Celulose	335.034	11,26	287.900	7,74
Carvão Mineral	0	0,00	207.424	5,57
Trigo	203.095	6,83	104.799	2,82
Gordura,	13.426	0,45	98.061	2,63
Óleos Animais/Vegetais				
Acool Etílico	45.382	1,53	62.161	1,67
Enxofre, Terras e Pedras,	385.649	12,96	45.119	1,21
Gesso e Cal				
Malte e Cevada	33.605	1,13	5.258	0,14
Sal	26.845	0,90	21.171	0,57
Prod. Diversos da Ind. Química	48.740	1,64	0	0,00
Carga de Apoio	30.350	1,02	0	0,00
Outros Grupos de Mercadorias	7.658	0,26	17.903	0,48
TOTAL	2.974.558	100,00	3.721.986	100,00

Fonte: ANTAQ (2011)

Na Figura 16, apresentada a estimativa de volumes de carga, em relação a 1000 ton, a serem transportados nas hidrovias do Sul, referente aos anos de 2015, 2023 e 2031. (PHE/MT, 2013).

	2011	2015	2023	2031
<i>Agrícola</i>				
Soja	566	571	665	754
Farelo de soja	579	590	642	696
Trigo	105	111	126	139
Milho		5	6	8
Arroz	18	18	18	18
Fertilizantes	770	832	971	1.055
Outros agrícolas	103	107	122	135
<i>Industrial</i>				
Madeira	294	372	549	770
Celulose	288	946	1.172	1.424
Carvão	207	252	372	471
Produtos químicos	290	403	686	1.078
Petróleo	397	536	910	1.753
Outros Industriais.	128	156	230	291
<i>Outros</i>				
Contêiner		351	557	775
Total	3.745	5.250	7.026	9.367

Figura 16 – Estimativa Futura de Cargas – Hidrovias do Sul (1000 ton)

Fonte: PHE/MT (2013)

Conforme o Ministério dos Transportes, no seu Plano Hidroviário Estratégico (PHE/MT, 2013), uma vez que os sistemas hidroviários tenham condições de navegabilidade, com adequado nível de serviço, eles poderão acomodar um volume maior de carga, o que contribuirá para o aumento do fluxo nas hidrovias.

Observa-se que a estimativa do Ministério dos Transportes, prevê para os primeiros quatro anos (2011/2015) um crescimento de carga nas hidrovias de aproximadamente 40%. Nos períodos posteriores, onde a referência são oito anos, o crescimento cai para casa dos 33% e se mantém em um ritmo constante até 2031.

2.3.2. *Empresas que efetuam a movimentação e embarcações*

Conforme Campêlo e Duhá (2009) atuam na Bacia da Laguna dos Patos um total de cinco armadores, com uma frota de 57 embarcações e um total de 131.723 Toneladas de Peso Bruto (TPB). A maioria das embarcações é autopropulsada, mas existem também alguns rebocadores, empurradores e chatas não propulsadas. A Tabela 4 apresenta as empresas que prestam serviços como armadores no Rio Grande do Sul. Não está incluída a frota de transporte de material de construção, areia e cascalho, que representa uma atividade especial, que é composta por pequenas embarcações, chatas e dragas. O quadro 5, o quadro 6 e o quadro 7 apresentam os Terminais de Uso Privativos (TUP), com ou sem autorização da ANTAQ e os Portos Públicos, existentes na Bacia do Atlântico Sul, no Rio Grande do Sul, que fazem movimentação de cargas em direção ao Porto e Terminais na cidade de Rio Grande. Inclui ainda o tipo de operação e o tipo de carga que eles movimentam.

Tabela 4: Empresas que Prestam Serviço como Armadores –RS

Armador	Nº Embarcações	TPB	Hp(potência)
Navegação Aliança	18	52.489	11.754
Navegação Taquara S.A.	13	36.825	4.730
Navegação Guarita S.A.	9	26.999	10.646
Frota de Petroleiros do Sul Ltda. – Petrosul	5	12.950	4.100
Navegação Amandio Rocha Ltda.	12	2.460	7.915
Total	57	131.723	39.145

Fonte: Campêlo e Duhá (2009)

Quadro 5: TUP - Com Termo de Autorização da ANTAQ, em 2011.

Hidrovia/Localização	Proprietário	Tipo de Operação
Rio Jacuí •Charqueadas	COPELMI	Carga de carvão mineral
Canal Santa Clara •Triunfo	BRASKEM	Carga e descarga de produtos Petro-Químicos e carvão
Rio Taquari •Taquari •Taquari	MITA MOTASA	Carga de Cavacos de Madeira Carga e descarga de Grãos
Rio dos Sinos •Canoas	BIANCHINI S/A.	Carga e descarga de Grãos, Farelos e Óleos Vegetais
Rio Gravataí •Canoas •Canoas •Canoas •Canoas	PETROBRÁS- TRANSPETRO OLEOPLAN S/A. SHV Gás Brasil Ltda. TERGASUL – Liquigás S/A.	Carga e descarga de combustíveis Carga e descarga de Grãos, Farelos e Óleos Vegetais GLP GLP
Lago Guaíba •Guaíba	ARACRUZ – CMPC Celulose Rio Grandense	Carga de Celulose
Canal São Gonçalo •Pelotas	CIMBAGÉ – CIMPOR	Carga de Clinquer

Fonte: ANTAQ (2011)

Quadro 6: TUP - Sem autorização da ANTAQ - 2011

Hidrovia/Localização	Proprietário	Tipo de Operação
Rio Gravataí •Porto Alegre •Porto Alegre •Canoas	Yara Brasil Fertilizantes Ludemax Bunge Fertilizantes	Fertilizantes Fertilizantes Fertilizantes
Rio Taquari •Taquari •Estrela	Termasa S/A. Camera Agroalimentos S/A.	Carga de Grãos e Farelo Carga de Farelo e Óleo de Soja
Rio Caí •Nova Santa Rita	Cimpor Cimentos Ltda.	Descarga de Clinquer

Fonte: ANTAQ (2011)

Os Terminais de Uso Privativos sem autorização da ANTAQ não significa que estejam desativados, eles operam mas estão em processo de licenciamento.

Quadro 7: Portos Públicos

Hidrovia/Localização	Proprietário	Tipo de Operação
Lago Guaíba •Porto Alegre	SPH – Porto de Porto Alegre	Carga e descarga de Fertilizantes, Sal, Grãos Vegetais, Bobinas de Papel, Transformadores
Canal São Gonçalo •Pelotas	SPH – Porto de Pelotas	Carga e descarga de Grãos
Rio Taquari •Estrela	CODESP/CODEMA Porto de Estrela	Carga e descarga de Grãos e Areia

Fonte: ANTAQ (2011)

2.3.3. Custos e reflexos econômicos referentes à utilização do modal hidroviário

O sistema hidroviário é de importância estratégica para o estado, pelo potencial das vias navegáveis interiores, na redução de custos e economia de combustível no transporte de cargas, especialmente de cargas de grande volume unitário, em distâncias compatíveis com a modalidade hidroviária. A adoção pelo modal hidroviário fomenta a redução do tráfego rodoviário de carga, pois ambos disputam a mesma característica de cargas, isto conseqüentemente causará uma diminuição no número de acidentes, gerando um menor custo social. Acrescente-se a isso a redução no custo de manutenção nas rodovias estaduais e contribuição para o controle e gestão do meio-ambiente (SPH/RS, 2006).

Segundo Collaziol (2003), seguindo a tendência do restante do país, o RS tem seu sistema de transporte de cargas voltado preferencialmente para o modal rodoviário, negligenciando os modais hidro e ferroviário, apesar do transporte hidroviário gaúcho representar grande potencial para o fortalecimento da economia do estado, dado seu bom potencial hidroviário. Este potencial se dá em função de uma geografia favorável, que conta com uma malha lacustre de boa navegabilidade, e também pela localização geográfica ocupada em relação ao continente sul-americano (SEPLAG, 2006). Nesse contexto, destaca-se o Porto de Rio Grande, que possui as condições necessárias para tornar-se um pólo de desenvolvimento econômico, um dos principais portos de exportação do mercado e dar suporte para fomentar o crescimento da navegação interior (Silva e Sellitto, 2008).

As exportações representam a competitividade do Estado em relação ao comércio exterior, logo qualquer esforço adicional que venha considerar e analisar o efeito dos custos de transporte e suas determinantes, torna-se de suma importância para o desenvolvimento. O transporte de cargas é o principal componente dos sistemas logísticos das empresas

exportadoras, sua importância pode ser medida por meio de, pelo menos, três indicadores financeiros: custo, faturamento e lucro. Segundo Fleury et al., (2000) o transporte representa, em média, 64% dos custos logísticos, 4,3% do faturamento, e em alguns casos, mais que o dobro do lucro. Com relação às nações com razoável grau de industrialização, diversos estudos e pesquisas apontam que os gastos com transporte oscilam ao redor de 6% do PIB (Lima, 2003).

Segundo Fleury (2003), no Brasil os preços, medidos em tonelada.kilômetro, relativos dos diferentes modais de transporte possuem a mesma ordenação encontrada nos EUA: aéreo é o maior, seguido do rodoviário, ferroviário, dutoviário e o de menor preço o hidroviário. De acordo com Bowersox e Closs (1996), esses preços refletem de certa forma, a estrutura de custos de cada modal que, por sua vez, torna-se reflexo das suas características operacionais. Por sua vez, o modal hidroviário apresenta custos fixos medianos, decorrentes do investimento em embarcações e em equipamentos, e seus custos variáveis são relativamente pequenos em razão da capacidade de transportar grandes volumes e toneladas.

Estudos realizados pela Administração das Hidrovias do São Francisco (AHSFRA, 2007) mostram estes benefícios, relacionando o transporte hidroviário interior aos modos rodoviário e ferroviário, em relação aos custos médios e outras comparações referente a movimentação de cargas pesadas e volumosas como carvão, minério, cereais, veículos automotores e produtos petrolíferos. Alguns dos resultados desses estudos encontram-se sintetizados na Tabela 8.

Tabela 8: Comparação entre Modos de Transporte

Modos de Transporte	Rodoviário	Ferrovário	Hidroviário
Custo médio de implantação USS/Km	440.000	1.400.000	34.000
Custo médio de operação USS/1000 ton.Km	34	21	12
Custo Sociais *USS/100 ton.Km	3,2	0,74	0,23
Consumo de Combustível - Litros/ton.1000Km	96	10	5
Emissão de Poluentes kg/ton.1000Km	3,58	0,825	0,23
Vida útil da infraestrutura	Baixa	Alta	Alta
Custo de Manutenção das Vias	Alta	Baixo	Baixo

* -Inclui acidentes, poluição atmosférica e sonora, consumo de espaço e água.

Fonte: AHSFRA (2007) (adaptado pelo autor)

A consideração feita por Fleury e Wanke (2006) em relação ao sistema de transportes brasileiro, encaixa-se perfeitamente ao Rio Grande do Sul.

O sistema de transportes Brasileiro encontra-se numa encruzilhada. De um lado, um forte movimento de modernização nas empresas, que demandam serviços logísticos cada vez mais eficientes, confiáveis e sofisticados, a fim de manterem-se competitivas num mundo que se globalizou, e onde a logística é, cada vez mais, determinante para o sucesso empresarial. De outro, um conjunto de problemas estruturais, que distorcem a matriz de transportes brasileira e contribuem para o comprometimento, não apenas da qualidade dos serviços e da saúde financeira dos operadores, mas também e principalmente do desenvolvimento econômico e social do país. (Fleury e Wanke, 2006, p. 417)

2.4. CONSIDERAÇÕES HIDROLÓGICAS E DE NAVEGAÇÃO

Outro foco deste estudo é a variação histórica dos níveis d'água no ambiente da Laguna dos Patos e do Lago Guaíba em relação a diversas escalas temporais. As dinâmicas existentes nestes ambientes hídricos podem resultar em um padrão de variabilidade temporal em relação a seus níveis d'água que alteram de forma sistemática a profundidade dos canais. A análise das séries temporais pode resultar, preservando a segurança da navegação, uma mudança do calado máximo de operação de forma sazonal e com isto influenciar na movimentação de cargas por hidrovias no Rio Grande do Sul.

2.4.1. *Níveis d'água da Laguna dos Patos*

Conforme menciona Möller e Fernandes (2010) a Laguna dos Patos é a maior laguna costeira do Brasil, com aproximadamente 10.000 km². A laguna recebe o aporte de água doce dos rios da parte norte da planície costeira do Rio Grande do Sul, do Rio Camaquã e dos rios afluentes da Lagoa Mirim, assim representa um escoadouro natural da bacia hidrográfica para o oceano. A entrada de água salgada do mar para o interior da laguna forma uma área estuarina, ou seja, um ambiente aquático de transição entre a laguna e o mar. Esta área possui um limite médio até a região da Ponta da Feitoria, entretanto pode se estender até a parte norte da laguna, ou ficar restrita à desembocadura na Barra do Rio Grande. O afunilamento natural do estuário em direção ao mar é decisivo na circulação das águas por intensificar as correntes de vazante. Enquanto o efeito da maré, que pela força da gravidade pode variar em 40cm o nível d'água, este é de importância secundária, sendo 80% da energia da maré removida pela fricção, em função da morfologia entre a desembocadura e o médio estuário (Möller et al., 2001). Desta forma, a hidrodinâmica da laguna é pouco afetada pela atração gravitacional

(maré) e depende principalmente das relações entre a descarga fluvial e a ação dos ventos. A Figura 17 mostra os desníveis da água na região costeira e no interior da Lagoa dos Patos, em função da ação de ventos de SO (a) e de NE (b). A linha tracejada representa o nível caso a Lagoa dos Patos fosse fechada nas duas extremidades.

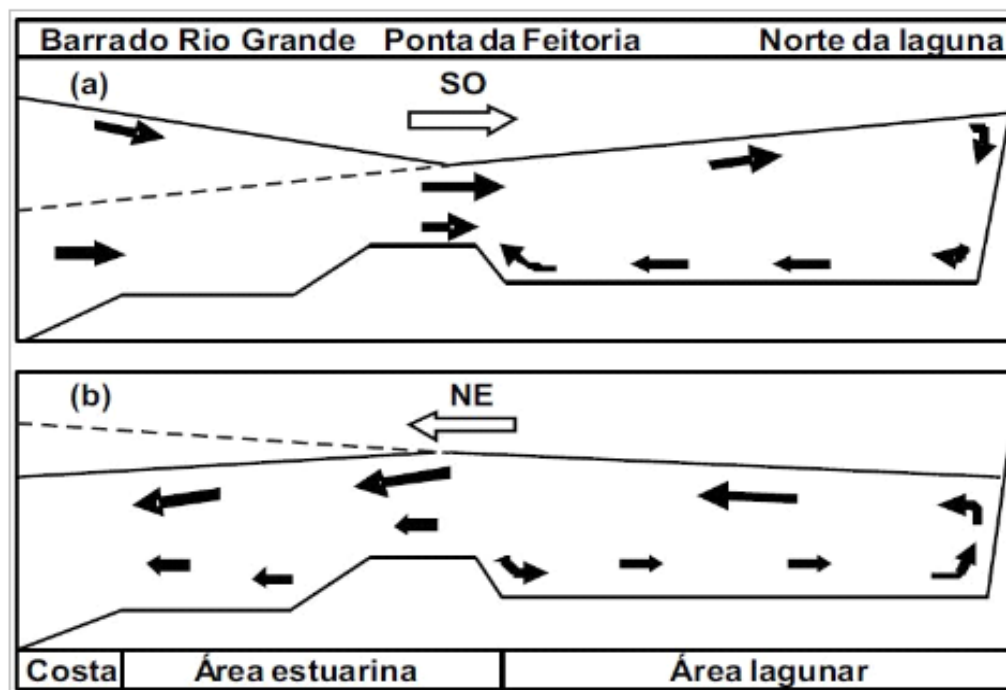


Figura 17 – Desníveis d'água na região costeira e no interior da Lagoa dos Patos

Fonte: (Möller *et al.*, 2001)

Num período de 24 horas, as oscilações do nível da água nas áreas internas da laguna são causadas pelo efeito combinado da brisa, ou seja, circulação de ar (vento) de fraca a moderada intensidade próxima à superfície, com a maré. A ação do vento soprando ao longo do eixo lagunar (efeito local), associada à variação de nível da água na zona costeira (efeito remoto do vento) gera desníveis de 0,3 a 0,4 m ao longo da laguna (Möller e Fernandes, 2010). A passagem de frentes meteorológicas, em escala de 3 a 15 dias, eleva o nível do mar na costa sob efeito de ventos SO, forçando águas marinhas para o interior da laguna, em períodos de descarga fluvial fraca ou moderada. A salinidade no estuário decresce de forma exponencial com o aumento da descarga fluvial, descargas superiores a 3.000 m³/s praticamente bloqueiam a propagação da água salgada para o interior da laguna (Fernandes *et al.*, 2005). A descarga fluvial, o regime de ventos, bem como o nível e a salinidade das águas da região estuarina apresentam variabilidade sazonal (Closs e Madeira, 1968).

Descargas fluviais abaixo da média histórica, que é de 2.400 m³/s, ocorrem no final da primavera e no verão, e acima da média no final do outono, inverno e início da primavera. O componente do vento paralelo ao eixo longitudinal da laguna é dominado por valores negativos (ventos de NE) na primavera e verão, enquanto valores positivos (ventos de SO) ocorrem no outono e no inverno, com a maior frequência na passagem de frentes frias. A combinação dessas condições traz consequências para o nível e para a salinização das águas estuarinas. Valores de nível das águas acima da média ocorrem do outono até início da primavera. No outono são decorrentes do efeito dos ventos de S/SO que forçam a entrada de grandes volumes de águas marinhas para o interior da laguna, enquanto no inverno, a combinação de ventos de S/SO com altas descargas favorece o represamento destas, ocasionando picos de nível em julho. Apesar dos ventos de NE serem dominantes na primavera, as altas descargas fluviais mantêm os níveis acima da média. Os valores de nível abaixo da média ocorrem no final da primavera e no verão. Descargas abaixo da média, combinadas com o predomínio de ventos de NE são as principais responsáveis pelos níveis baixos da água, no final da primavera e no verão (Möller e Fernandes, 2010).

2.4.2. *Frequência de dados hidrológicos e curvas de permanência*

Os fenômenos hidrológicos podem ser caracterizados como aleatórios, podendo-se associar aos mesmos, um caráter probabilístico envolvendo estes fenômenos. Em termos de seu comportamento há de se ressaltar que, sempre haverá possibilidade de um dado evento hidrológico ser superior ou inferior a um valor histórico já registrado. Isto é essencial para o entendimento das variáveis hidrológicas, uma vez que esta é uma das principais funções da hidrologia, que consiste em observar os eventos e modelar as frequências de ocorrência, possibilitando que sejam feitas previsões assumindo determinado risco. As variáveis hidrológicas, na maioria das vezes, são consideradas contínuas, ou seja, variáveis que em termos físicos, existem continuamente no tempo. Em termos estatísticos, são aplicadas distribuições que modelam este caráter, trabalhando com cálculos de áreas sob a curva de distribuição de probabilidades abaixo ou acima de determinado valor de interesse prático ou entre valores. Este entendimento do Departamento de Engenharia, da Universidade Federal de Lavras (UFLA, 2013) é fundamental para aplicação das distribuições de probabilidades aos fenômenos hidrológicos.

Com relação a frequência de dados hidrológicos primeiro deve-se fazer um estudo de sua ocorrência, assim se estabelece um percentual com que uma variável hidrológica pode ser maior que um dado valor. Isto é chamado frequência de excedência e é obtida diretamente de uma série histórica de dados. Com base no estudo das frequências de ocorrência é possível ajustar uma distribuição de probabilidades e aquela que obtiver o melhor ajuste (menores diferenças entre as frequências observadas e estimadas) deve ser a escolhida. Note que o tamanho da série histórica tem grande importância haja vista que ela representará a possibilidade de ocorrência, ou seja, quanto maior esta, maior a representatividade do evento, tendo como referência seu registro histórico. Portanto, o ajuste de uma distribuição de probabilidades busca sua aplicação para estimar as frequências de eventos que ainda não foram registrados e que normalmente são aplicados a projetos hidráulicos (UFLA, 2013).

A frequência de excedência é bastante usada em hidrologia, especialmente quando os dados a serem trabalhados constituem séries históricas de precipitação. Para estudos de níveis d'água pode-se gerar um gráfico conhecido como "Curva de Permanência". Isto significa obter a percentagem de tempo (ou permanência) no qual um determinado evento é superado ou igualado. Estudos com esta conotação têm várias importâncias práticas, como por exemplo, na determinação de um nível mínimo de um curso d'água, que permita estabelecer critérios para segurança da navegação (UFLA, 2013).

Segundo Vogel e Fennessey (1994), a curva de permanência pode ser uma ferramenta útil em vários estudos hidrológicos. São aplicadas a uma variedade de problemas em recursos hídricos, são fáceis de usar e entender e, como dispositivos gráficos, expressam uma riqueza de informações hidrológicas. Seu uso difundido é em parte devido ao fato que as curvas de permanência podem fornecer informações hidrológicas complexas para detentores do poder de decisão que podem não ter uma experiência em hidrologia. As curvas de permanência têm uma longa história em engenharia de recursos hídricos e inovações recentes que permitem computar períodos de retorno médios e intervalos de confiança destas curvas, que fornecem flexibilidade adicional à sua aplicação. As curvas de permanência são atraentes porque tendem a simplificar problemas de recursos hídricos e permitem fáceis explicações para estes problemas. A Figura 18 apresenta a representação gráfica de uma curva de permanência (Vogel e Fennessey, 1994).

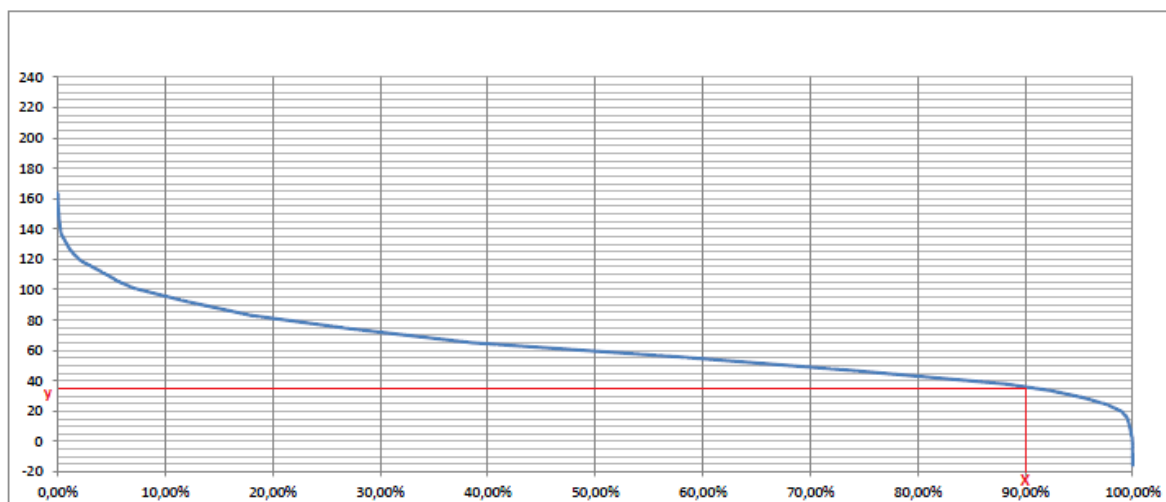


Figura 18 – Curva de Permanência

Fonte: Elaborada pelo autor

É possível observar na Figura 18 que para um valor y (ordenada) que representa um nível de água, existe um valor correspondente x (abscissa) que é a porcentagem de tempo com que este nível é igualado ou superado, ou seja, sua permanência. Quando falamos de gestão de recursos hídricos e legislação ambiental, o valor prático que se costuma extrair da curva de permanência é o percentual de 90%, o qual corresponderá a um nível existente no curso d'água em 90% do tempo. Pela curva, observa-se que o risco assumido do nível d'água ficar abaixo do valor “ y ” é de 10%. Neste caso, poderão existir problemas na navegação. Mesmo tendo uma probabilidade pequena de ocorrência a Marinha do Brasil não pode permitir que este risco resulte na possibilidade de acidentes, assim disponibiliza um instrumento chamado “Aviso aos Navegantes”, que informa ao navegador, diariamente, ou on-line por “Avisos Rádio-Náuticos”, se houve redução do calado operacional para navegação.

Para elaboração das curvas de permanência quanto menor o intervalo entre os dados coletados, ou seja, dados diários, mensais ou anuais, mais segura será a interpretação da curva. Isto quer dizer, por exemplo, que a análise de dados diários de níveis d'água de um determinado ambiente hídrico fornece um valor menor de nível d'água, para uma dada permanência, do que dados mensais ou anuais. Estes últimos poderão gerar valores superestimados (UFLA, 2013).

2.4.3. Calado permissível nas hidrovias e segurança da navegação

Conduzir uma embarcação com um determinado calado em local com uma dada profundidade é, fundamentalmente, um problema de navegação, cuja resolução cabe ao

Comandante. Para tal, deve munir-se de todas as informações e auxílios possíveis, bem como adotar os procedimentos que a boa técnica recomenda. Dessa forma, não é suficiente estar com um calado menor que a profundidade de um dado local para nele se passar com segurança. Há de ser considerada uma série de variáveis como: a velocidade, a largura do canal, as possíveis alterações de densidade da água, e outras que podem causar variações de calado e alterações na manobrabilidade do navio (UFLA, 2013).

Considerando que as características da Laguna dos Patos variam muito, o mesmo ocorrendo com as reações das embarcações em função de suas formas, carga e propulsão, torna-se difícil admitir que, em função da relação entre o calado e a profundidade, tenha-se um único parâmetro que possa estabelecer uma segurança mínima para a navegação. Alia-se a isto, incertezas como informações de batimetria desatualizadas, variações de densidade da água, seja em razão de chuvas, seja por predominância de rios ou marés, e movimento dos sedimentos no leito. Assim inúmeras variáveis devem ser consideradas, para permitir indicar aos navegantes um calado operacional máximo. Conforme as Normas e Procedimentos da Capitania dos Portos (NPCP, 2008), do Rio Grande do Sul, um dos cuidados que se deve ter no momento do estabelecimento de calados máximos é que estes não resultem em limitações exageradas.

De acordo com a alínea “d”, inciso I, do Artigo 18, da Lei n. 12.815/2013 (Brasil, 2013), compete à Administração do Porto (Autoridade Portuária), dentro da área do porto organizado, e sob coordenação da Autoridade Marítima (Marinha do Brasil), estabelecer e divulgar o calado máximo de operação dos navios, em função de levantamentos batimétricos efetuados sob sua responsabilidade. O calado máximo recomendado não se constitui em uma limitação operacional no trecho navegado, ou seja, não significa uma proibição formal. Entretanto, sua não observação será considerada no julgamento de eventuais acidentes marítimos, da mesma forma que qualquer outro ato de imprudência, negligência ou imperícia (NPCP/RJ, 2012).

A responsabilidade das condições de navegabilidade na Laguna dos Patos e Lago Guaíba está predominantemente, a cargo da SPH, uma vez que a Portaria-MT n. 1.009/1993 (BRASIL, 1993) estabelece como um dos limites da área do porto organizado o paralelo 32. Um pequeno trecho hidroviário fica sob responsabilidade da Superintendência do Porto do

Rio Grande (SUPRG) ao sul do paralelo 32 (Figura 19). “Destaca-se que atualmente o calado operacional máximo recomendado para estas hidrovias é de 17” - 5,18m (NPCP-RS, 2008).



Figura 19 – Paralelo 32

Fonte: SPH (2006) (adaptado pelo autor)

A publicação Avisos aos Navegantes é um folheto quinzenal elaborado pelo Centro de Hidrografia da Marinha (CHM), sob delegação da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN). O Aviso aos Navegantes tem o propósito principal de fornecer aos navegantes e usuários em geral informações destinadas à atualização das cartas e publicações náuticas brasileiras relativas à área marítima e às hidrovias nacionais (áreas fluviais e lacustres), em cumprimento à Regra 9, do Capítulo V da Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar (International Convention for the Safety of Life at Sea) (SOLAS, 1974). Também em atendimento à Regra 4, do Capítulo V, desta mesma convenção, constam os Avisos-Rádio Náuticos, que são mensagens transmitidas aos navios com o propósito de fornecer informações urgentes, relevantes à navegação segura. Nestes instrumentos constam informações gerais importantes aos navegantes, inclusive mudanças do calado operacional máximo para utilização da hidrovia (SOLAS, 1974).

2.4.4. Relação entre calado e cargas nas embarcações

Quando os navios são construídos, eles possuem um limite de carga máxima, como medida de segurança e condição eficiente para o desenvolvimento de trabalho a bordo. Assim, em todos existe uma linha de carga máxima, ou seja, uma linha de flutuação acima da qual não se deve carregar mais pesos caso contrário ficará comprometida a segurança do navio (Silva, 2007). As regras para determinar a linha de carga máxima de um navio têm sido regulamentadas desde os tempos do Império Romano e servem para evitar o excesso de carga e suas consequências, inclusive o naufrágio. A linha de carga máxima é conhecida como calado máximo da embarcação (Silva, 2007).

Segundo a Marinha do Brasil (NPCP-RJ, 2012), calado é a distância vertical compreendida entre a linha de base (fundo da embarcação) e a superfície d'água (Figura 20). O calado é marcado no costado, a vante e a ré, em ambos os bordos da embarcação. Nos navios é marcada uma escala de calado a meio navio, na metade do comprimento. O calado médio é a média aritmética dos calados a vante e a ré em um determinado instante. Toda embarcação possui os seguintes calados: máximo - é o de plena carga; e mínimo - é o da embarcação descarregada.

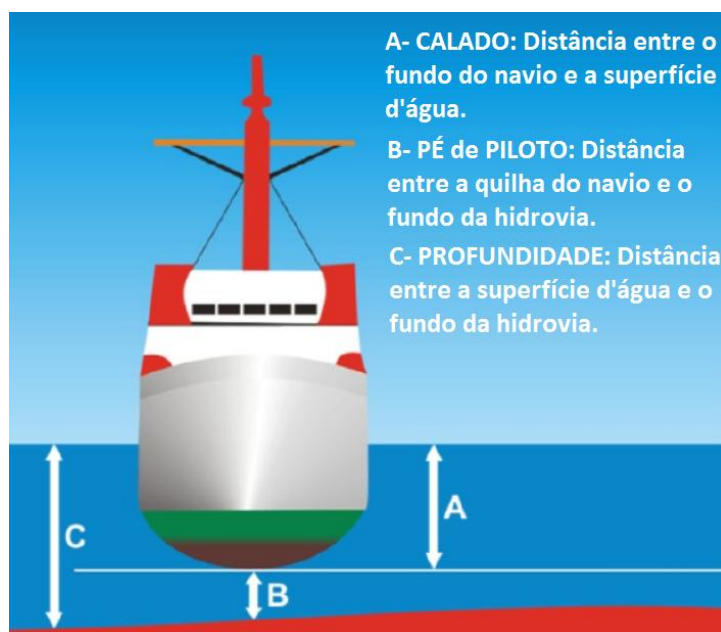


Figura 20: Calado, Pé de Piloto e Profundidade

Fonte: SEP (2008) (adaptado pelo autor)

Geralmente, por motivos econômicos, sempre que possível o calado de operação é escolhido para transportar a maior quantidade possível de cargas em uma viagem, busca-se assim que este calado operacional seja igual ao calado máximo recomendado para uma determinada hidrovia. Ocorre que quando a embarcação possui um calado máximo maior que o calado recomendado para a hidrovia, esta será obrigada a navegar com carga parcial. Assim qualquer acréscimo no calado recomendado resultará em um correspondente acréscimo no calado operacional e na quantidade de carga transportada pela embarcação.

A relação entre calado operacional e quantidade de carga é obtida seguindo os principais conceitos relacionados à engenharia naval. Como por exemplo, o conceito da flutuação, para que certo corpo esteja em equilíbrio é necessário que a soma de forças agindo sobre o corpo seja igual a zero e que a soma dos momentos das forças também seja igual a zero (FOX, 2006). Assim uma embarcação para chegar a condição de flutuação precisa equilibrar as forças de empuxo com as forças provocadas pela gravidade. Os métodos de cálculo que levam a esta relação baseiam-se na lei fundamental da física que controla a estabilidade de um corpo parcialmente submerso em um fluido, conhecida como Princípio de Arquimedes: “Um corpo a flutuar em repouso, num determinado líquido sofre uma força de impulsão vertical, dirigida de baixo para cima, que passa pelo centro geométrico do volume submerso e é igual ao peso do líquido deslocado pelo corpo” (FOX, 2006).

A tabela 9, mostra a capacidade de carga para diferentes embarcações em relação a alguns calados permissíveis para navegação. Foi apresentada pelo Capitão Geraldo Luiz de Almeida, Diretor técnico da Praticagem da Laguna dos Patos, no evento Navegar, realizado na SPH, em 2009 (NAVEGAR, 2009). É possível admitir uma média de 14% de acréscimo de carga para cada uma polegada de aumento no calado operacional.

Tabela 9: Capacidade de Carga Conforme o Calado – Lei de Arquimedes

Tipo de embarcação	Capacidade de Carga			Acréscimo % por polegada
	Calado 17" (5,18m)	Calado 18"(5,48m)	Calado 19"(5,79m)	
Panamax (40")-50mil t	18.000 t	19.440 t	21.000 t	8,0
Graneleiros (32")30mil t	10.000 t	10.950 t	12.000 t	9,5
Químicos (32") 30mil t	4.000 t	4.900 t	6.000 t	22,4
Navios GLP (20")10mil t	2.900 t	3.360 t	3.900 t	15,9
			média aproximada	14%

Fonte: Navegar (2009) (adaptado pelo autor)

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Descrevem-se, neste capítulo, os procedimentos metodológicos que nortearam esta pesquisa. Aborda-se, primeiramente, as relações existentes entre os diferentes modais, em função de suas características estruturais, e busca identificar como estas afetam o transporte de cargas e a economia do Estado do Rio Grande do Sul. Posteriormente, em relação aos níveis d'água da Laguna dos Patos e Lago Guaíba foram realizados e analisados alguns procedimentos considerando os fenômenos hidrológicos, tendo consciência de que estes apresentam uma aleatoriedade intrínseca devida à complexa interação e dependência entre inúmeros fatores influentes nas diversas fases de um ciclo hidrológico.

3.1. VANTAGEM ECONÔMICA DO MODAL HIDROVIÁRIO

Para se fazer uma avaliação da existência de vantagem econômica do modal hidroviário em relação aos modais rodoviário e ferroviário primeiramente foi preciso estabelecer os parâmetros que servissem nesta comparação. Como a análise não tem a pretensão de envolver todas as condicionantes existentes na relação entre estes três principais modais, mas sim uma avaliação simplificada, foram escolhidos três parâmetros, considerados representativos para o estudo. Os dois primeiros, custo médio de operação e custos sociais, foram estabelecidos baseados nos estudos realizados pela Administração da Hidrovia do Rio São Francisco (AHSFRA, 2007), mostrados na Tabela 8, e o terceiro parâmetro, custos de combustível, foi estabelecido segundo os estudos desenvolvidos pela Administração das Hidrovias do Tocantins e Araguaia (AHITAR/MT), pelo Departamento de Estradas de Rodagem de Goiás (DERGO) e pela Empresa Engenharia Construções e Ferrovias S.A. (VALEC) (Donatti et al., 2002). A Tabela 10, mostra a relação destes parâmetros já com a transformação do custo em Dólar para Reais, considerando a cotação média do Dólar comercial, publicada pela Companhia de Processamento de Dados, do Governo do Estado do Rio Grande do Sul (PROCERGS), em dezembro de 2011 (US\$ 1 = R\$ 1,869). Foi considerado ainda o valor do óleo diesel de R\$ 2,094, para dezembro de 2011.

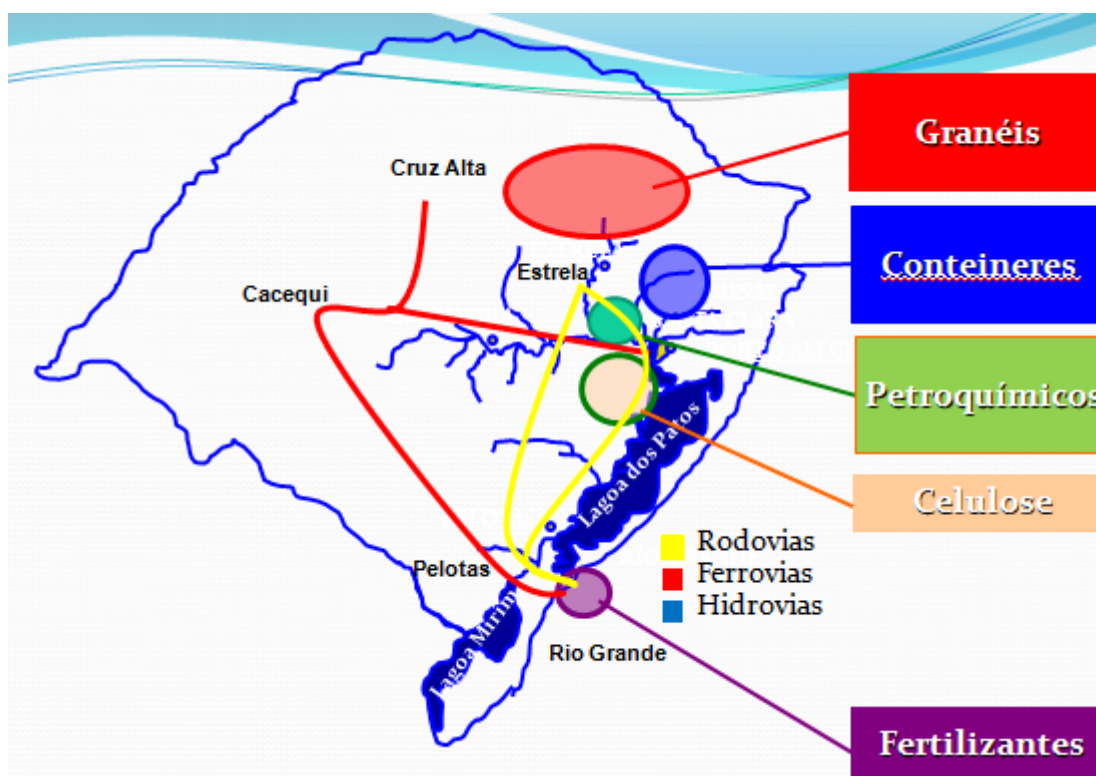
Tabela 10: Comparação de Custos entre Rodoviário, Ferroviário e Hidroviário

Parâmetro	Hidroviário	Rodoviário	Ferroviário
Custo médio de operação. (R\$/ton.km)*	0,009	0,056	0,016
Custos sociais (R\$/100.ton.km)**	0,43	6,35	1,38
Custo combustível (lt) (R\$/1000.ton.km)**	10,47	201,02	20,94

Observações: * Fonte: DERGO, VALEC, AHITAR/MT (2002)

** Fonte: AHSFRA (2007).

Observa-se que todos os três parâmetros escolhidos relacionam custos com a tonelage transportada e a distância percorrida. Logo foi necessário considerar uma logística de movimentação das cargas no Rio Grande do Sul, que pudesse ser representativa e comparativa entre os três modais. Com relação a tonelage de cargas transportadas foram priorizadas aquelas existentes na metade norte gaúcha, cuja movimentação está relacionada a portos e terminais hidroviários, exportadores e importadores, localizados na cidade de Rio Grande. Em relação a distância percorrida foi necessária a identificação da distância média de transporte existente considerando diversas rotas logísticas para cada um dos três modais (Figura 21).

**Figura 21: Rotas logísticas Metade Norte/RS – Porto de Rio Grande**

Fonte: elaborado pelo autor

Para análise dos quantitativos de cargas movimentadas nos portos e terminais do Rio Grande do Sul, buscou-se primeiro o Anuário Estatístico da ANTAQ (2011), nele estão apresentadas todas as cargas por natureza: granel sólido, granel líquido e carga geral, e por tipo de navegação: longo curso, cabotagem e navegação interior. Entretanto observou-se que os dados apresentavam a quantidade total de cargas movimentadas nos portos e terminais, sem identificar a forma modal com que elas chegavam e saíam. Constatou-se que alguns registros referem-se a mesma carga, em função do transbordo em portos e terminais interiores e posteriormente nos de importação e exportação. Desta forma, mesmo sendo um bom referencial estatístico, a utilização da somatória destes dados poderia induzir a erro a presente análise.

Foi preciso identificar, então, de forma mais específica, como se processa a logística desta movimentação. Decidiu-se por selecionar os portos e terminais que estão diretamente relacionados com exportação e importação no Rio Grande do Sul e cuja movimentação somada representam 65% da totalidade exportada e importada via Porto do Rio Grande e terminais especializados. Após essa seleção, através de entrevistas, com diretores e funcionários de cada um destas empresas e do porto público foi possível conhecer o quantitativo de cargas que chegam ou saem destes portos e terminais, em relação a cada um dos modais em análise. Os dados foram registrados na Tabela 11, onde é possível identificar, que as cargas que chegam ou saem dos portos e terminais selecionados, são: 69,93% através de rodovia; 16,32% através de ferrovia; e 13,75% através da navegação hidroviária interior.

Tabela 11: Movimentação de Cargas por Modal – Ano 2011

Terminais e Porto Público	Recebimento e/ ou saídas por Modal						Total (t)
	Rodoviário		Ferroviário		Hidroviário		
	(t)	%	(t)	%	(t)	%	
TERMASA	798.184	51,11	637.284	40,80	126.382	8,09	1.561.851
TERGRASA	3.345.654	67,18	961.940	19,32	672.283	13,50	4.979.878
BIANCHINI	1.857.284	53,26	712.202	20,42	917.986	26,32	3.487.472
BUNGE	1.176.242	65,60	451.099	25,16	165.667	9,24	1.793.008
TECON	4.336.750	97,29	120.758	2,71	0	0,00	4.457.508
Porto do Rio Grande*	842.059	60,61	0	0,00	547.280	39,39	1.389.339
TOTAL	12.356.173	69,93	2.883.283	16,32	2.429.598	13,75	17.669.056

Obs.: * Movimentação de carga no cais público.

Fontes: Anuário Estatístico ANTAQ (2011) e informações dos próprios terminais.

Em relação as distâncias de transporte para movimentação das cargas existentes na metade norte gaúcha e suas rotas até os portos e terminais de exportação e importação,

procurou-se identificar uma distância média. Para isto foram selecionadas as seguintes regiões geoeconômicas, estabelecidas no Plano Integrado de Transportes, da Secretaria de Transportes do Estado (PIT, 2000), mostradas nas Figuras 22 a 27.

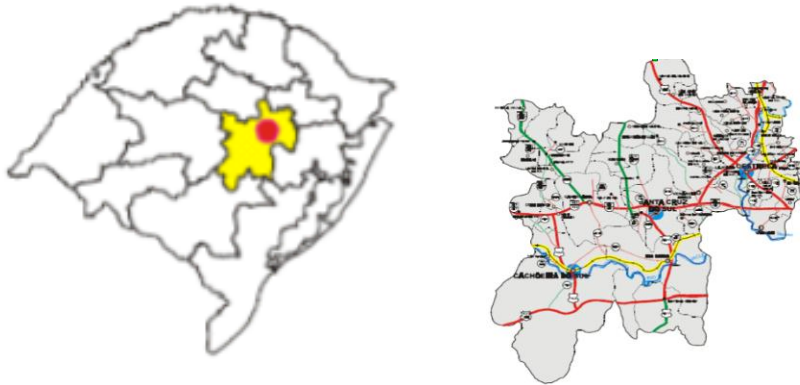


Figura 22: Região Vale do Jacuí, Taquarí e Rio Pardo

Fonte: PIT, 2000.

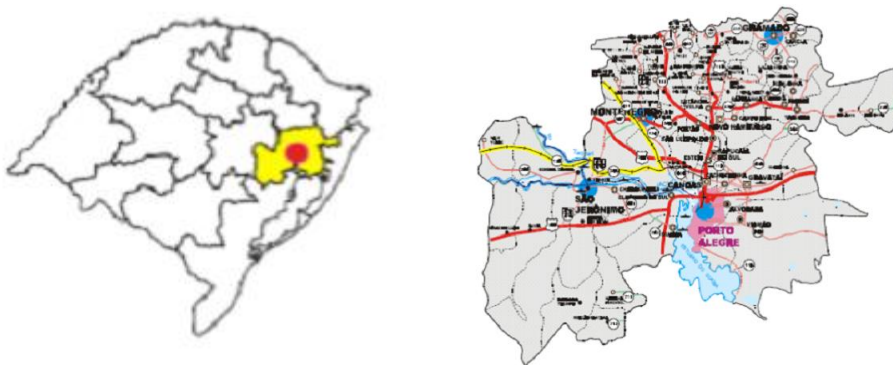


Figura 23: Região Metropolitana de Porto Alegre

Fonte: PIT, 2000.

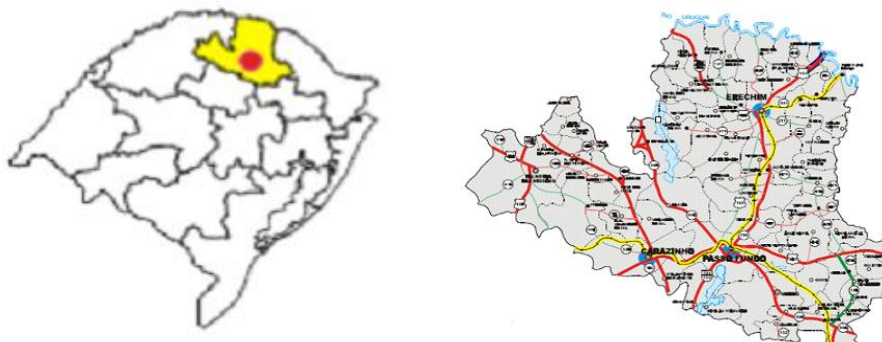


Figura 24: Região Serrana Agroindustrial/Metalúrgica

Fonte: PIT, 2000.

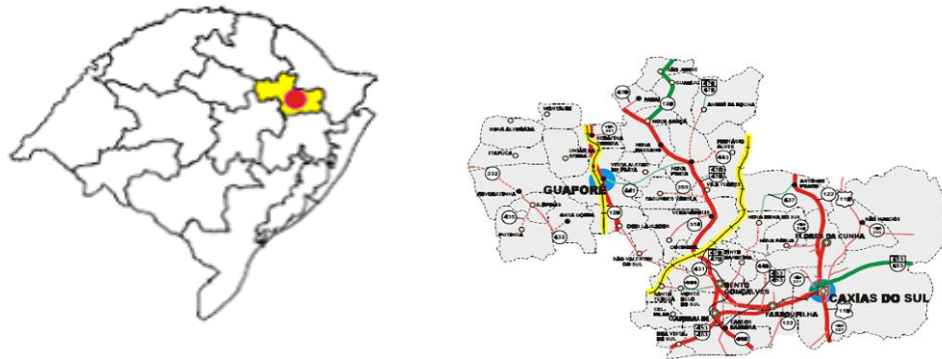


Figura 25: Região Serrana Centro Norte

Fonte: PIT, 2000.

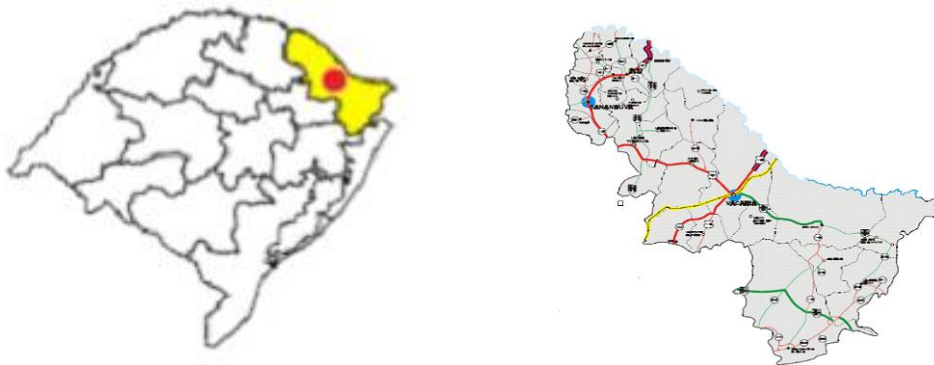


Figura 26: Região Serrana Central

Fonte: PIT, 2000.

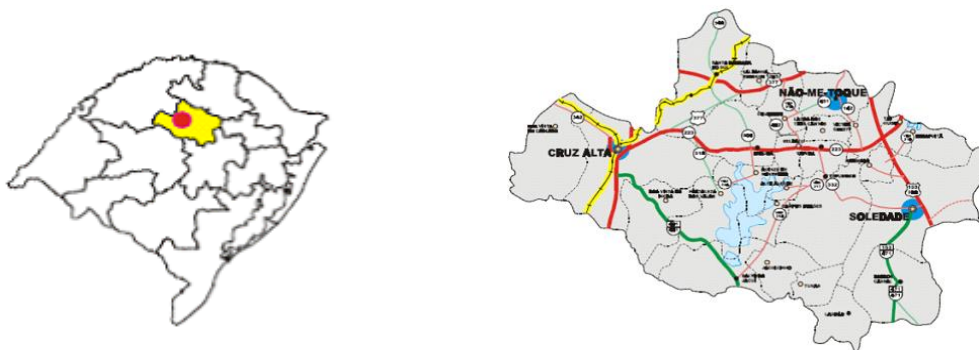


Figura 27: Região Serrana Nordeste

Fonte: PIT, 2000.

Com relação as distâncias hidroviárias interior, considerando as regiões geoeconômicas selecionadas, foram selecionadas as seguintes rotas que ligam os portos e terminais de Rio Grande aos terminais localizados em Porto Alegre, Canoas, Triunfo, Charqueadas e Estrela. Posteriormente determinada a distância média, apresentados na Tabela 12.

Tabela 12: Rotas e Distâncias na Navegação Interior

Rota hidroviária	Km
Rio Grande – Porto Alegre	298,02
Rio Grande – Triunfo	321,98
Rio Grande – Charqueadas	348,87
Rio Grande – Estrela	440,00
Distância média	343,59

Fonte: ANTAQ (2010) (adaptado pelo autor)

Com relação as distâncias rodoviárias, considerando as regiões geoeconômicas selecionadas, foi estabelecido um único centróide entre os diversos polos geoeconômicos, a cidade de Estrela. A rotas estabelecidas estão mostradas na Tabela 13 e posteriormente determinada a distância média.

Tabela 13: Rotas e Distâncias Rodoviárias

Rota rodoviária	Km
Estrela – Porto Alegre – Pelotas – Rio Grande (BR-386 – BR-116 – BR-392)	430,00
Estrela – Sta. Cruz – Canguçu- Pelotas – Rio Grande (RS-453 – RS-287 – BR-471 – BR-392)	406,00
Distância média	418,00

Fonte: DAER (adaptado pelo autor)

Com relação as distâncias ferroviárias, considerando as regiões geoeconômicas selecionadas, foram estabelecidos dois centróides, em função da malha existente. As cidades de Porto Alegre e Cruz Alta. A rotas estabelecidas estão mostradas na Tabela 14 e posteriormente determinada a distância média.

Tabela 14: Rotas e Distâncias Ferroviárias

Rota ferroviária	Km
Porto Alegre – Cacequi – Rio Grande	901,00
Cruz Alta – Sta. Maria – Cacequi – Rio Grande	725,00
Distância média	813,00

Fonte: PIT (2000) (adaptado pelo autor)

Com as condicionantes estabelecidas foi possível realizar cruzamentos com vistas a identificar alguns reflexos que a logística de movimentação de cargas, dos modais hidroviário, rodoviário e ferroviário, pode causar na economia gaúcha. Através destes cruzamentos foram elaborados quadros comparativos entre os modais. O primeiro comparativo estabelece um parâmetro aleatório de 1000 toneladas na movimentação de cargas, que relacionado às distâncias médias de deslocamento de cada modal e aos custos estabelecidos para este estudo, permitem determinar o custo total de cada modal e a diferença percentual entre eles.

O segundo comparativo relaciona os custos totais de movimentação de carga, referentes a 1000 toneladas, com a movimentação ocorrida por cada modal no ano de 2011, obtendo-se o custo total gerado pelos três modais. Este custo é posteriormente relacionado com o valor do PIB-RS, do ano de 2011, permitindo obter-se a representatividade econômica desta movimentação. O valor do PIB em 2011, segundo a Fundação de Economia e Estatística do governo do Rio Grande do Sul, era de R\$ 263,63 bilhões (FEE, 2012). Este segundo comparativo também será realizado considerando a previsão de movimentação total para 2031, constante na Figura 16, obtendo-se o custo total de movimentação de cargas para este ano de referência.

O terceiro comparativo considera um cenário em que 8% das cargas migram do modal rodoviário para o hidroviário e 2% das cargas do modal ferroviário para o hidroviário, com isto obteve-se qual a redução de custos que esta migração provocaria no ano de 2011, posteriormente relacionando-a ao PIB/RS. Este terceiro comparativo também será realizado considerando a previsão de movimentação para 2031(Figura 16).

3.2. DADOS HIDROLÓGICOS DA LAGUNA DOS PATOS E LAGO GUAÍBA

Buscou-se investigar um conjunto de dados hidrológicos, entretanto, sabe-se que projetos desta natureza são revestidos de incertezas hidrológicas que lhes conferem certo grau de desconhecimento e que um erro na estimativa dos valores hidrológicos futuros pode acarretar efeitos perigosos em relação a segurança da navegação e inclusive comprometer o planejamento econômico de uma região. Desta forma procurou-se trabalhar com padrões empíricos de variabilidade confiáveis, assim optou-se por dados constantes do site da ANA,

cujo o procedimento de obtenção é realizado pela CPRM. A primeira etapa foi identificar as estações pluviométricas que estão localizadas junto a Laguna dos Patos e ao Lago do Guaíba. A Figura 28 mostra onde estão localizadas estas estações e as Figuras 29 a 37 mostram as respectivas coordenadas geográficas.



Figura 28 - Estações Pluviométricas Lago Guaíba e Laguna dos Patos
 Fonte: SPH (2006) (adaptado pelo autor)



Figura 29 - Estação Pluviométrica Rio Grande (Laguna dos Patos)
 Fonte: Google – Imagens (2013)

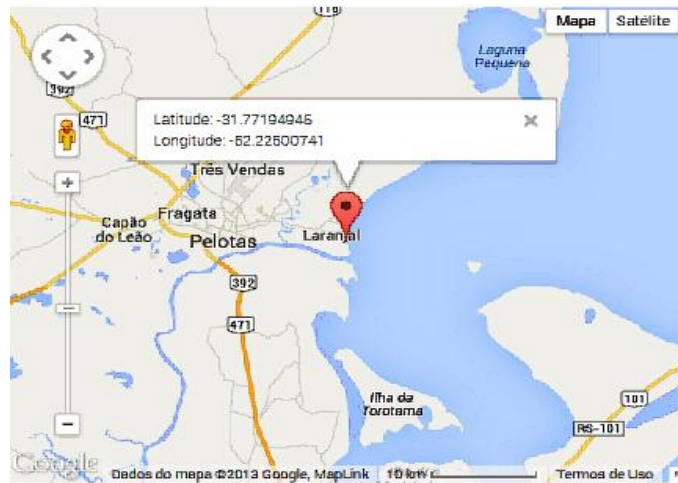


Figura 30 - Estação Pluviométrica Laranjal (Laguna dos Patos)
 Fonte: Google – Imagens (2013)

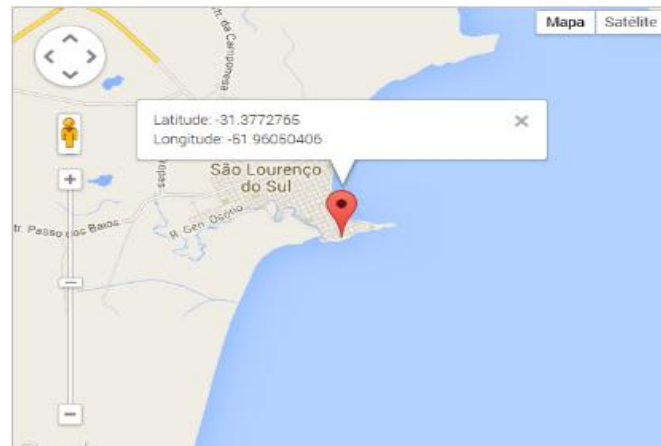


Figura 31 - Estação Pluviométrica São Lourenço do Sul (Laguna dos Patos)
 Fonte: Google – Imagens (2013)

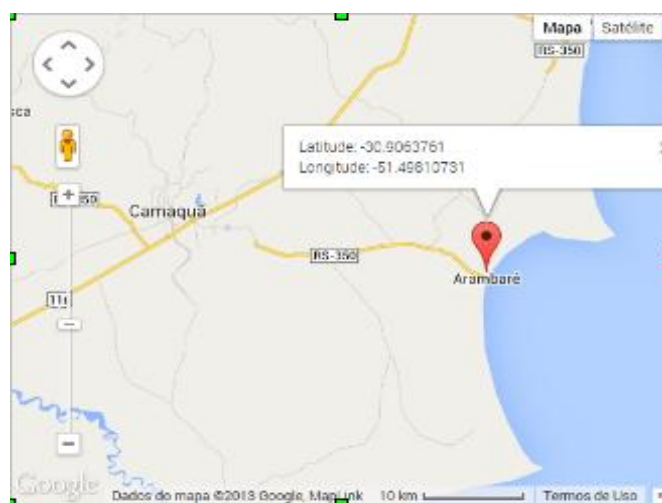


Figura 32 - Estação Pluviométrica Arambaré (Laguna dos Patos)
 Fonte: Google – Imagens (2013)

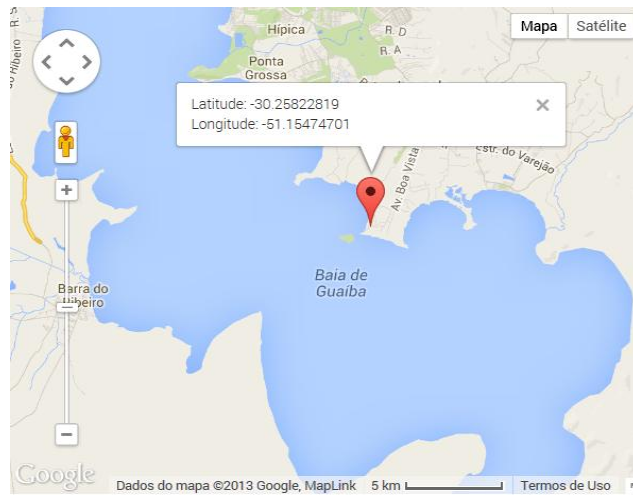


Figura 33 - Estação Pluviométrica Ponta do Coatis (Lago Guaíba)
 Fonte: Google – Imagens (2013)

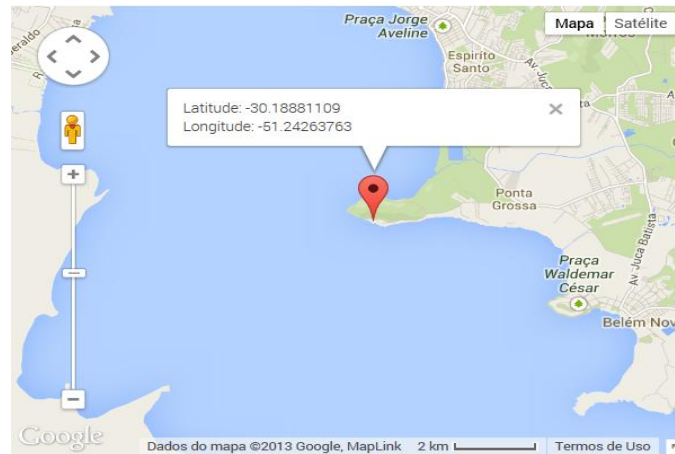


Figura 34 - Estação Pluviométrica Ponta Grossa (Lago Guaíba)
 Fonte: Google – Imagens (2013)

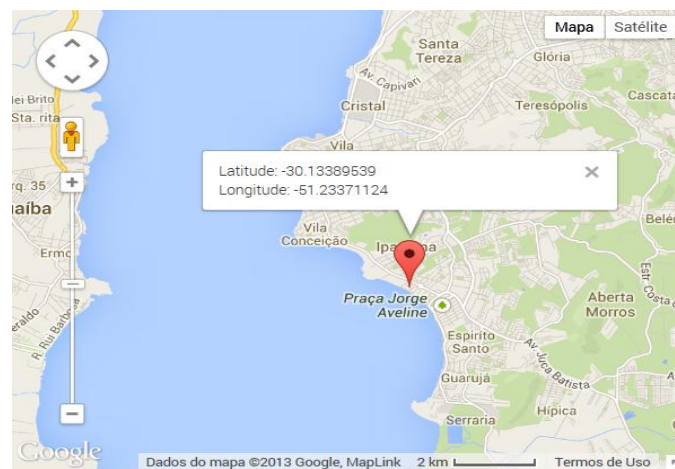


Figura 35 - Estação Pluviométrica Ipanema (Lago Guaíba)
 Fonte: Google – Imagens (2013)

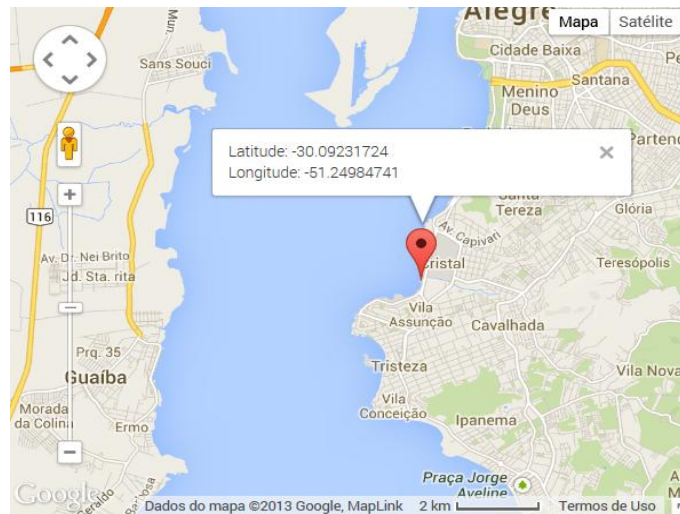


Figura 36 - Estação Pluviométrica Cristal (Lago Guaíba)
 Fonte: Google – Imagens (2013)

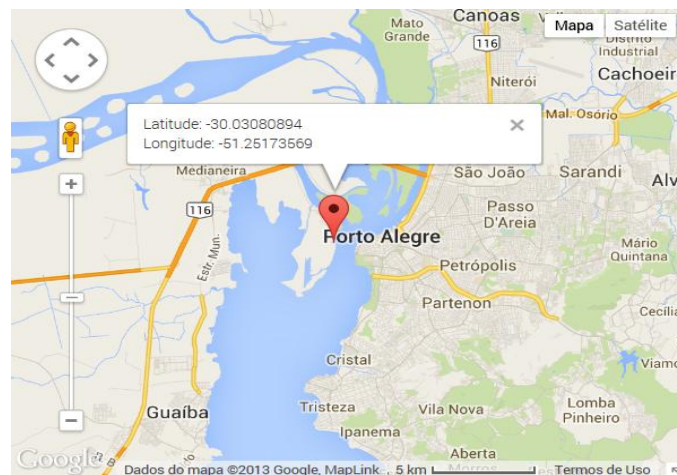


Figura 37 - Estação Pluviométrica Ilha da Pintada (Lago Guaíba)
 Fonte: Google – Imagens (2013)

Com as estações definidas, foi possível coletar um conjunto de observações de uma única variável hidrológica, chamada nível d'água. O período de observação considerado no estudo foi de 1988 a 2012. Os dados obtidos são referentes as medições diárias em dois horários distintos, às 7:00 horas e às 17:00 horas. Estes dados foram tabulados e disponibilizados para uso neste trabalho pelo Superintendente da AHSUL, Engenheiro José Luiz Fay de Azambuja.

De posse do banco de dados, foram realizadas para cada uma das estações as suas curvas de permanência, obtendo-se assim o percentual de tempo, ou permanência, no qual um determinado evento (nível d'água) é superado ou igualado. Este será o nível mínimo em um determinado período de tempo que estará associado a uma probabilidade de excedência. O

percentual de probabilidade utilizado neste trabalho foi de 90%, em função de ser uma referência utilizada na legislação ambiental e de recursos hídricos.

As curvas de permanência foram realizadas para cada uma das estações pluviométricas, considerando: primeiro a série histórica e em relação ao total de dados conhecidos e posteriormente foram realizadas curvas de permanência em relação a cada um dos meses do ano, considerando também todo o período (1988 à 2012). As curvas de permanência foram construídas da seguinte forma: i) os níveis d'água constantes do banco de dados foram agrupados em intervalos e ordenados em ordem decrescente; ii) para cada intervalo foi verificada a frequência com que os níveis ocorriam, chamada frequência absoluta. Com os dados de intervalo de níveis d'água e de frequência absoluta de ocorrência dos níveis d'água dentro destes intervalos foi confeccionado um histograma; iii) considerando a ordem disposta dos intervalos foi realizado o cálculo das frequências acumuladas; iv) com o valor da frequência acumulada de cada intervalo faz-se a relação com o somatório total das frequências obtendo-se a frequência relativa; v) colocando o valor da frequência relativa em forma percentual obtem-se a probabilidade de ocorrerem níveis d'água iguais ou maiores aos considerados no intervalo; e vi) foram plotados gráficos onde no eixo das ordenadas está o limite inferior de cada intervalo e no eixo das abcissas está a correspondente probabilidade, a curva formada por estes pares de valores e chamada de curva de permanência. Como exemplo, é apresentado o cálculo de como foi realizada a curva de permanência para a Estação Pluviométrica de Rio Grande, em relação a todos os meses de maio, do período 1988 a 2012 (Tabela 15), e o gráfico da referida curva (Figura 38).

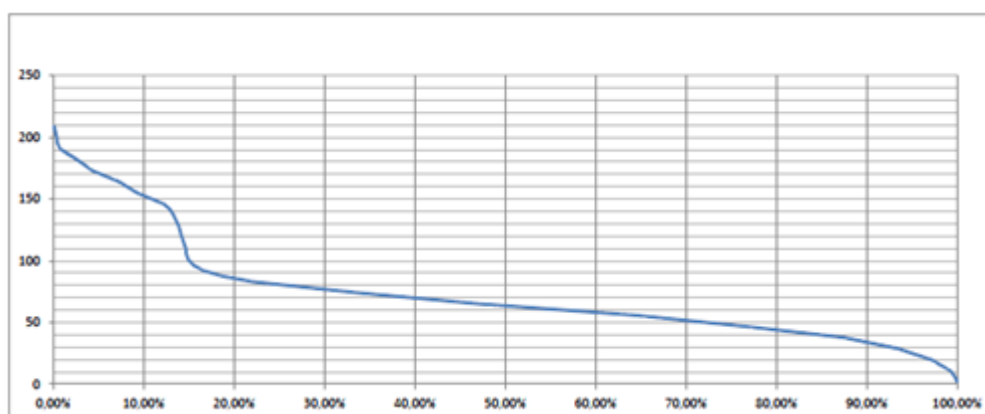


Figura 38 – Curva de Permanência Estação Pluviométrica Rio Grande - Maio

Fonte: Elaborada pelo autor

Tabela 15: Cálculo da Curva de Permanência Estação do Rio Grande (meses de maio)

Intervalos de níveis d'água	Frequência Absoluta	Frequência Acumulada	Frequência Relativa	Probabilidade
209	1	1	0.0007	0.07%
200	4	5	0.0035	0.35%
191	5	10	0.0071	0.71%
182	27	37	0.0261	2.61%
173	24	61	0.0431	4.31%
164	42	103	0.0728	7.28%
155	28	131	0.0926	9.26%
146	42	173	0.1223	12.23%
137	15	188	0.1329	13.29%
128	8	196	0.1385	13.85%
119	5	201	0.1420	14.20%
110	6	207	0.1463	14.63%
101	4	211	0.1491	14.91%
92	24	235	0.1661	16.61%
83	78	313	0.2212	22.12%
74	166	479	0.3385	33.85%
65	191	670	0.4735	47.35%
56	239	909	0.6424	64.24%
47	172	1081	0.7640	76.40%
38	155	1236	0.8735	87.35%
29	85	1321	0.9336	93.36%
20	53	1374	0.9710	97.10%
11	30	1404	0.9922	99.22%
2	11	1415	1.0000	100.00%

Fonte: Elaborada pelo autor

Com a elaboração das curvas de permanência de todas as estações pluviométricas, considerando todos os dados disponíveis para cada uma delas, foi possível avaliar o comportamento dos níveis d'água ao longo do tempo estudado e determinar a probabilidade de um determinado nível d'água ser igualado ou superado em 90% dos casos. Isto é possível verificando no eixo das abscissas o percentual de 90% e relacionando-o com o eixo das ordenadas, obtendo-se assim a cota do nível d'água correspondente. Estes valores foram tabelados, permitindo identificar a relação deles com a cota do nível do mar e a cota de estiagem de projeto (média dos mínimos). Segundo a Divisão de Estudos e Projetos da Superintendência de Portos e Hidrovias/RS, em entrevista realizada em abril de 2013

(SPH/RS, 2013), no caso da Laguna dos Patos e Lago Guaíba a cota de estiagem de projeto foi considerada como sendo o próprio nível do mar. Desta forma o calado permissível de navegação está relacionado ao nível do mar.

Posteriormente, foram realizadas curvas de permanência para cada uma das estações pluviométricas, considerando apenas os dados referentes a cada um dos meses do ano, durante todo período estudado. Com o comparativo dos dados fornecidos por estas curvas foi identificado qual o período de meses que seria possível aumentar o calado permissível nas hidrovias, mantendo a segurança na navegação, assim como a quantidade de pés possível de ser aumentada. Uma vez identificada a possibilidade de um calado permissível superior ao estipulado oficialmente, em relação à alguns meses do ano, foi possível verificar o quanto esta sazonalidade poderá implicar em relação a possibilidade de aumento na carga transportada pelas hidrovias interiores gaúchas. O cálculo desta possibilidade de aumento de carga considerou: (i) que a capacidade de carga das embarcações é função do calado máximo da mesma, como também do calado operacional permissível; (ii) admitiu que para cada polegada de acréscimo no calado, em média, poderemos ter um acréscimo de carga nas embarcações em torno de 14% , conforme mostra a Tabela 9; e (iii) que em sete meses do ano poderemos ter o calado acrescido de 1 pé. Desta forma, foi possível identificar para o ano de 2011, que teve uma carga total movimentada pela hidrovia interior no montante de 3.721.986 toneladas (tabela 3), o quanto isto representa em termos de carga que poderia ter sido acrescida ao modal hidroviário interior. Posteriormente a identificação deste quantitativo de carga foi verificada a redução que isto representaria no custo de movimentação das cargas se estas migrassem do modal rodoviário ou do modal ferroviário.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1. COMPARAÇÃO ENTRE OS MODAIS HIDROVIÁRIO, RODOVIÁRIO E FERROVIÁRIO

A partir da revisão teórica é notório que o modal hidroviário tem vantagens econômicas, sociais e ambientais quando comparado com os dois outros modais representativos na movimentação de cargas, o rodoviário e o ferroviário. Também se constata que o RS possui uma das maiores redes hidroviárias interior do Brasil. Estas duas premissas bastam para induzir o pensamento de que este Estado deveria possuir uma matriz modal de movimentação de cargas que confere uma boa representatividade ao modal hidroviário e conseqüentemente conduz a uma otimização logística que reflete benefícios a economia gaúcha. Mas os dados destoam desta lógica, os percentuais apresentados pelo Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul, da Secretaria de Planejamento, Gestão e Participação Cidadã, baseados no documento: Estudo sobre Desenvolvimento Regional e Logística de Transportes no Rio Grande do Sul (RUMOS 2015) afere ao modal rodoviário a excelência no transporte de cargas (Tabela 16).

Tabela 16: Matriz Modal Rio Grande do Sul - 2005

Modais	(%)
Rodoviário	85,3
Ferrovário	8,8
Hidroviário	3,7
Dutoviário	2,2
Total	100,0

Fonte: Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul – RUMOS 2015.

Observa-se que após a publicação mostrando a matriz modal gaúcha em 2005, através do documento RUMOS 2015, nenhum estudo técnico oficial foi encontrado que forneça a situação atual da matriz modal. Existe apenas algumas citações por diversos órgãos oficiais, mas sempre reportando-se aos dados do Rumos 2005. Em 05/11/2012, a Federação das Indústrias do Rio Grande do Sul (FIERGS) apresentou na sede da entidade, o Projeto Sul Competitivo para a bancada gaúcha da Câmara dos Deputados. Neste evento o Secretário de Infraestrutura e Logística do RS (SEINFRA), garantiu que o Estado irá utilizar as mais de duas mil páginas de estudos como insumo fundamental para o desenvolvimento do Plano

Estadual de Logística de Transportes (PELT-RS), momento onde, acredita-se, pode-se ter uma reavaliação oficial da matriz modal gaúcha (SECOM, 2012).

A análise comparativa entre os modais hidroviário interior, rodoviário e ferroviário foi realizada de forma a mostrar o quanto a logística de movimentação de cargas pode impactar na economia do Estado. Baseado nos custos gerados por cada um dos modais, apresentados na Tabela 10, em relação as questões sociais, de operação e de consumo de combustível, escolheu-se nesta análise fazer a comparação em relação a 1.000 toneladas, exportadas e importadas no Rio Grande do Sul, através dos portos e terminais selecionados anteriormente, constantes da Tabela 11. Com isto foi possível realizar cruzamentos e identificar o custo para cada modal, mostrados na Tabela 17, abaixo:

Tabela 17: Custo Modal Total para cada 1000 ton de Carga Movimentada

MODAL	Distância média (km)	Moviment. 1000 ton (ton.km)	Custo médio de operação (R\$)	Custos sociais (R\$)	Custos de combustível (R\$)	Custo total (R\$)
Hidroviário	343,59	343.590	3.092	1.477	3.597	8.166
Ferrovário	813,00	813.000	13.008	11.219	17.024	41.251
Rodoviário	418,00	418.000	23.408	26.543	84.026	133.977

Fonte: Elaborada pelo autor

Analisando-se a Tabela 17 observa-se, para as condições estabelecidas no estudo, a relação percentual entre o custo do modal rodoviário e o custo do modal hidroviário interior é de 1.541%. Para cada 1000 toneladas transportadas via modal rodoviário irá gerar um acréscimo de R\$ 125.811 (R\$ 133.977 – R\$ 8.166), em relação ao modal hidroviário interior. No caso do modal ferroviário esta relação percentual com o modal hidroviário interior é de 405%. Para cada 1000 toneladas transportadas via ferroviária irá gerar um acréscimo de R\$ 33.085 (R\$ 41.251 – R\$ 8.166), em relação ao hidroviário interior.

Considerando agora a movimentação total das cargas que chegaram ou saíram dos portos e terminais selecionados, no ano de 2011, mostradas na Tabela 11, e o custo total dos modais, para cada 1000 toneladas movimentadas, mostrado na Tabela 17, é possível encontrar o custo total gerado por cada um dos modais em 2011, em relação as questões sociais, de operação e de consumo de combustível, dispostos na Tabela 18.

Tabela 18: Custo Total de Movimentação Gerado por Modal - 2011

MODAL	Carga Movimentada (1000 ton)	Custo (R\$/1000 ton)	Custo Total	
			(R\$)	(R\$ milhões)
Hidroviário	2.429,598	8.166	19.840.097	19,8
Ferrovário	2.883,283	41.251	118.938.307	118,9
Rodoviário	12.356,173	133.977	1.655.442.990	1.655,4
Total	17.669,056		1.794.221.394	1.794,2

Fonte: Elaborada pelo autor

Analisando-se a Tabela 18, observa-se que a somatória dos custos de movimentação de cargas efetuadas pelos três modais representaram um total de R\$ 1,79 bilhões. Relacionando este valor ao PIB/RS, que segundo a FEE/RS, foi de R\$ 263,63 bilhões, no ano de 2011, identifica-se que, considerando as condições estabelecidas no estudo, a logística de movimentação de cargas de importação e exportação representaram 0,68% do PIB-RS.

Considerando a previsão de movimentação de cargas no modal hidroviário para o ano de 2031, no montante de 9.367 toneladas, constante do PHE/MT (2013) e, considerando ainda, que os demais modais cresçam na mesma proporção, isto iria representar um custo na movimentação de cargas, no Rio Grande do Sul, no valor de R\$ 6,9 bilhões, apresentados na Tabela 19.

Tabela 19: Custo Total de Movimentação Gerado por Modal - 2031.

MODAL	Carga	Previsão	Custo (R\$/1000 t)	Custo Total (R\$ milhões)
	Movimentada 2011 (1000 t)	Movimentação 2031 (1000 t)		
Hidroviário	2.430	9.367	8.166,00	76,50
Ferrovário	2.883	11.116	41.251,00	458,50
Rodoviário	12.356	47.638	133.977,00	6.382,40
Total	17.669	68.121		6.917,40

Fonte: Elaborada pelo autor

Apenas como exercício, admitindo-se uma pequena mudança aleatória no percentual de cargas de importação e exportação movimentadas no Rio Grande do Sul, em relação ao ano de 2011. Considerando um cenário em que 8% das cargas migrassem do modal rodoviário para o hidroviário e 2% das cargas do modal ferroviário para o hidroviário, isto representaria um acréscimo de carga no modal hidroviário de 1.046.162 toneladas (3.475.760 ton – 2.429.598 ton), ou seja, um percentual de aumento de 43,06% em relação a carga hidroviária

movimentada em 2011. Os custos gerados com esta mudança de cargas movimentadas estão mostradas na Tabela 20.

Tabela 20: Custos, em 2011, admitindo o cenário com migração das cargas

MODAL	Sem Migração			Com migração		
	Carga Movimentada (efetivada)			Carga Movimentada admitindo mudança de 8% no rodoviário e 2% no ferroviário		
	(ton)	(%)	(R\$)milhões	(ton)	(%)	(R\$)milhões
Hidroviário	2.429.598	13,75	19,8	3.475.760	19,67	28,4
Ferrovário	2.883.283	16,32	118,9	2.825.617	15,99	116,5
Rodoviário	12.356.173	69,93	1.655,4	11.367.679	64,34	1.523,0
Total	17.669.056	100,00	1.794,2	17.669.056	100,00	1.667,9

Fonte: Elaborada pelo autor

Analisando-se a Tabela 20, observa-se que haveria uma redução do custo total do cenário com migração de cargas em relação ao realmente efetivado em 2011, no valor de R\$ 126,3 milhões (R\$ 1.794,2 – R\$ 1.667,9). Isto representaria uma economia de 0,05%, em relação ao Produto Interno Bruto - PIB Estadual de 2011. Considerando agora a projeção de movimentação para o modal hidroviário, de 9.367.000 ton, em 2031, realizada no Plano Hidroviário Estratégico (PHE/MT-2013), e que o mesmo percentual de crescimento seja estendido aos dois outros modais, mantendo os mesmos custos de 2011, tem-se um acréscimo de carga no modal hidroviário de 4.033.000 toneladas (13.400.000 ton – 9.367.000 ton) e uma redução de custos no valor de R\$ 486,8 milhões (R\$ 6.917,40 – R\$ 6.430,60), mostrados na Tabela 21.

Tabela 21: Custos, em 2031, admitindo o cenário com migração das cargas

MODAL	Sem migração			Com Migração		
	Carga Movimentada (previsão)			Carga Movimentada admitindo mudança de 8% no rodoviário e 2% no ferroviário		
	1000 (ton)	Custo (R\$/1000 t)	(R\$) milhões	1000 (ton)	Custo (R\$/1000 t)	(R\$) milhões
Hidroviário	9.367	8.166,00	76,50	13.400	8.166,00	109,40
Ferrovário	11.116	41.251,00	458,50	10.894	41.251,00	449,40
Rodoviário	47.638	133.977,00	6.382,40	43.827	133.977,00	5.871,80
Total	68.121		6.917,40	68.121		6.430,60

Fonte: Elaborada pelo autor

4.2. IMPLANTAÇÃO DO CALADO SAZONAL

A avaliação da possibilidade de implantação de calado sazonal foi realizada através da análise das cotas dos níveis d'água, considerando como base os dados das Estações Pluviométricas no período de 1988 a 2012. Os resultados podem ser considerados indicativos para possíveis mudanças nas normas que estabelecem o regime de navegação nas hidrovias da Bacia do Atlântico Sul, no Rio Grande do Sul.

Analisando as curvas de permanência de sete estações pluviométricas, quatro localizadas na Laguna dos Patos e cinco localizadas no Lago Guaíba, foi possível realizar a seguinte análise, com as respectivas observações:

A Figura 39 mostra a Curva de Permanência da Estação Pluviométrica Rio Grande, localizada na Laguna dos Patos, período de análise 1988 a 2012, com duas medições diárias, nos horários 7:00 horas e 17:00 horas. Observa-se na curva que o nível d'água correspondente a cota de 31 cm tem probabilidade de ser igualado ou superado em 90% dos casos.

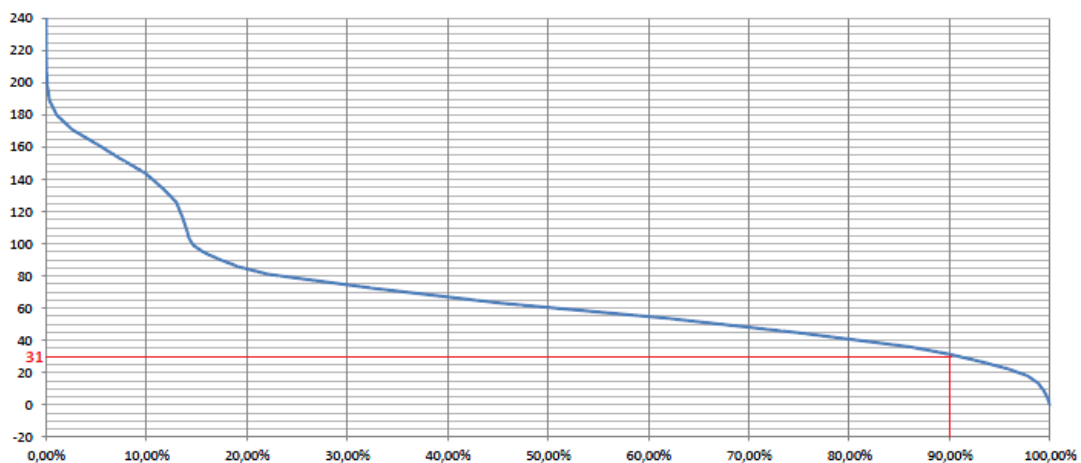


Figura 39 - Curva de Permanência da Estação Pluviométrica Rio Grande (1988-2012)

Fonte: Elaborada pelo autor

Da mesma forma as Figuras de 40 a 47 mostram as Curvas de Permanência das estações pluviométrica do Laranjal, de São Lourenço do Sul, de Arambaré, de Ponta do Coatis, de Ponta Grossa, de Ipanema, do Cristal e da Ilha da Pintada.

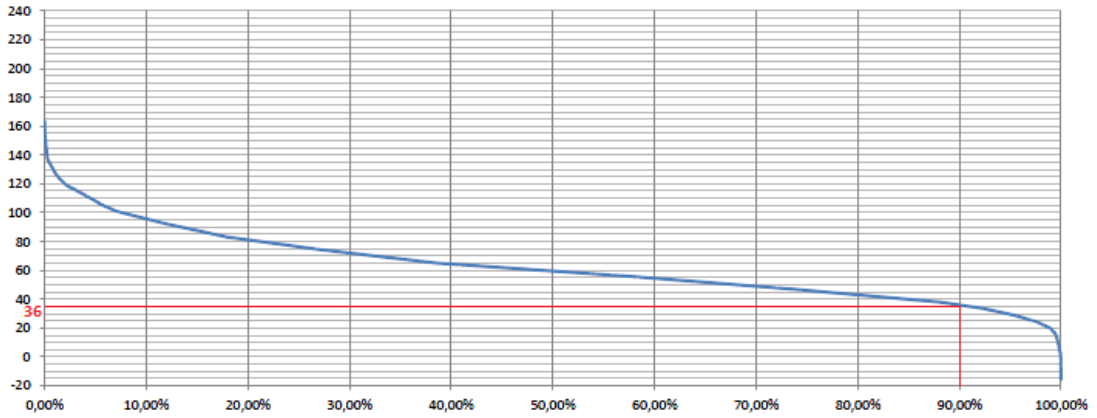


Figura 40 - Curva de Permanência da Estação Pluviométrica Laranjal (1988–2012)

Fonte: Elaborada pelo autor

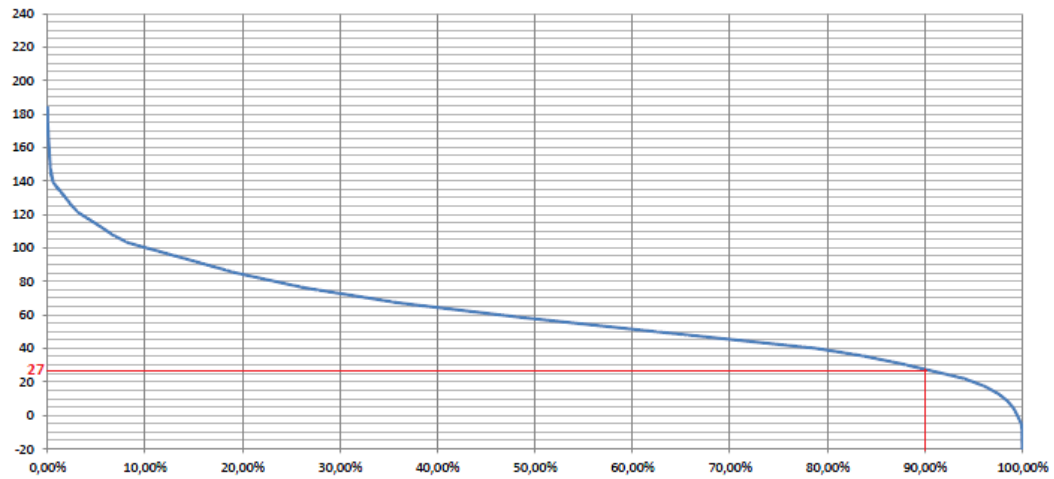


Figura 41 - Curva de Permanência da Estação Pluviométrica São Lourenço do Sul (1988–2012)

Fonte: Elaborada pelo autor

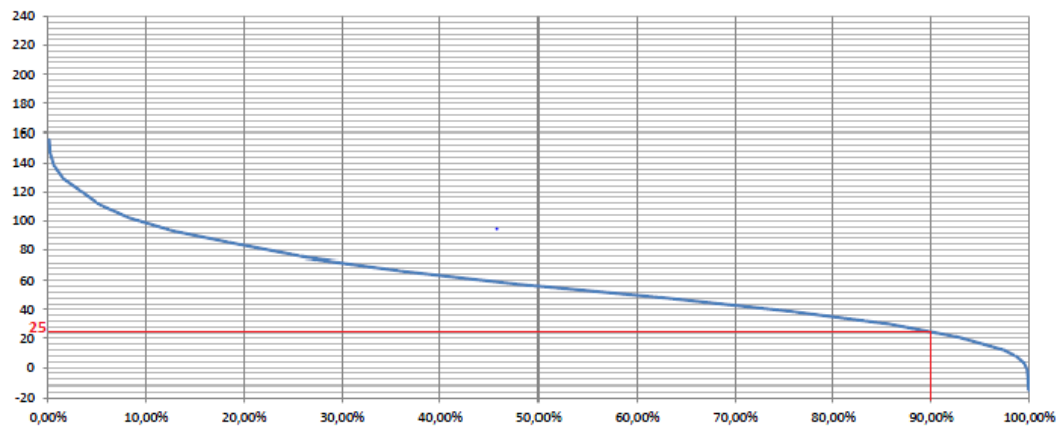


Figura 42 - Curva de Permanência da Estação Pluviométrica Arambaré (1988–2012)

Fonte: Elaborada pelo autor

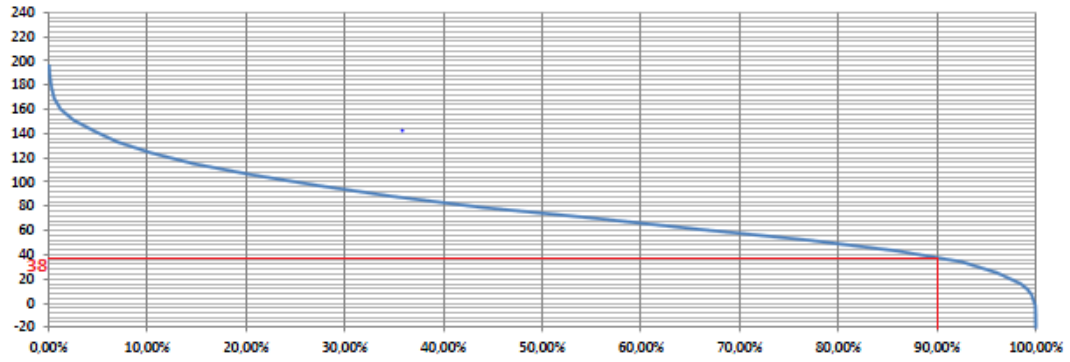


Figura 43 - Curva de Permanência da Estação Pluviométrica Ponta do Coatis(1988–2012)

Fonte: Elaborada pelo autor

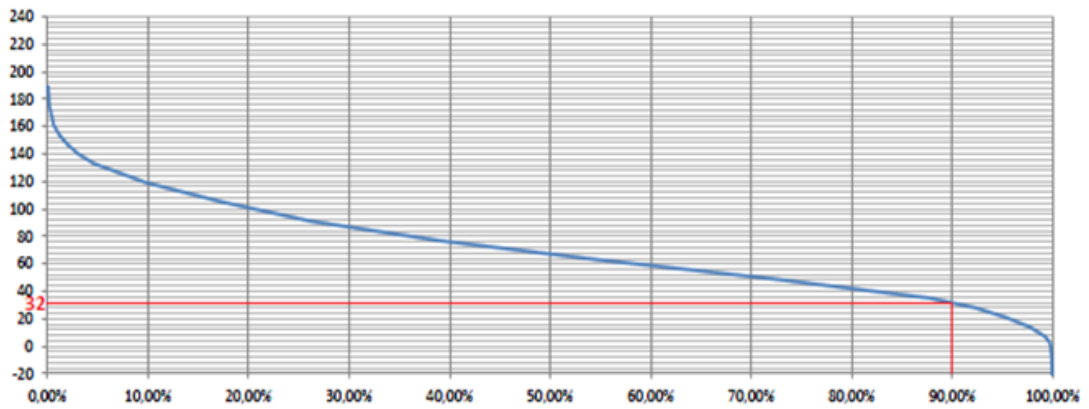


Figura 44 - Curva de Permanência da Estação Pluviométrica Ponta Grossa (1988–2012)

Fonte: Elaborada pelo autor

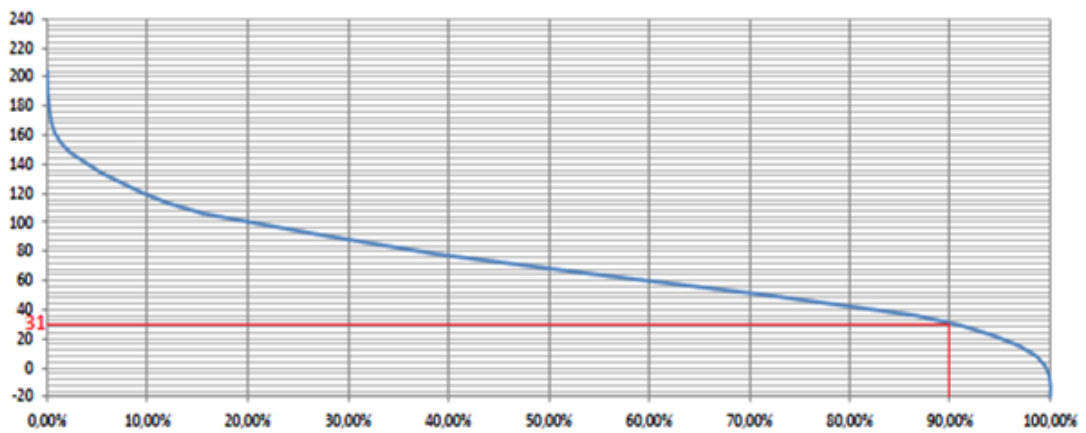


Figura 45 - Curva de Permanência da Estação Pluviométrica Ipanema (1988-2012)

Fonte: Elaborada pelo autor

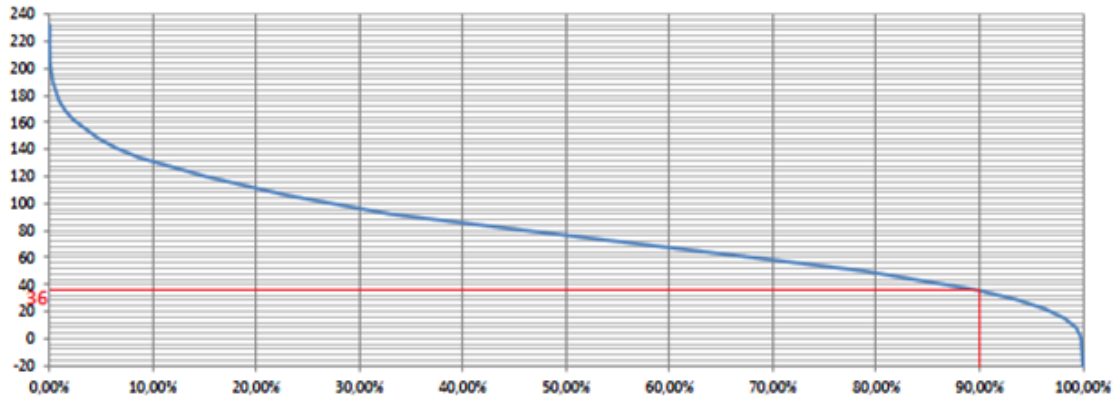


Figura 46 - Curva de Permanência da Estação Pluviométrica Cristal (1988-2012)

Fonte: Elaborada pelo autor

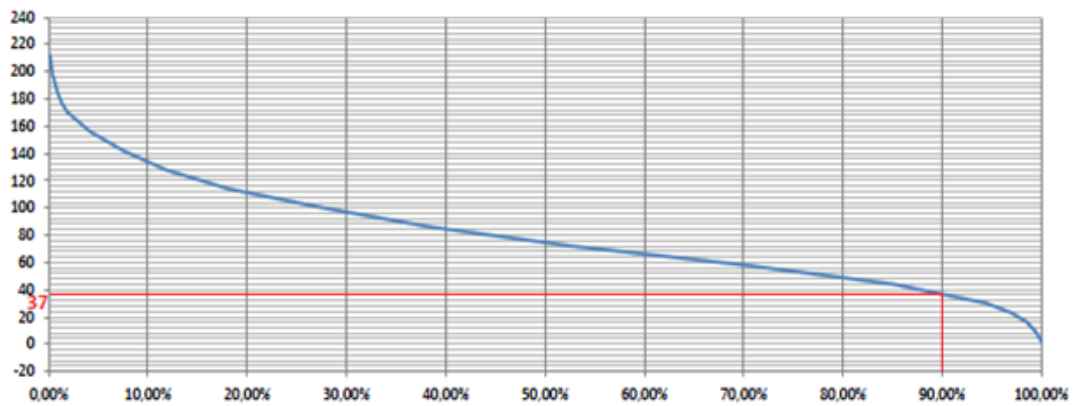


Figura 47 - Curva de Permanência da Estação Pluviométrica Ilha da Pintada (1988-2012)

Fonte: Elaborada pelo autor

A Tabela 22 apresenta o resumo das cotas dos níveis d'água das nove estações estudadas, que tem a probabilidade de ser igualada ou superada em 90% dos casos.

Tabela 22: Cotas dos Níveis D'água referentes a probabilidade de 90%

Estação Pluviométrica	Cota (cm)
Rio Grande	31
Laranjal	36
São Lourenço do Sul	27
Arambaré	25
Ponta do Coatis	38
Ponta Grossa	32
Ipanema	31
Cristal	36
Ilha da Pintada	37

Fonte: Elaborada pelo autor

Com as nove curvas de permanência é possível avaliar o comportamento dos níveis d'água ao longo do tempo estudado. Verifica-se que a cota do nível d'água mais baixa foi de 25 cm, acima da cota zero, do nível do mar, na Estação Pluviométrica Arambaré. Assim, esta terá a probabilidade de ser igualada ou superada em 90% dos casos. Com esta análise é possível admitir que durante o ano, a Laguna dos Patos e o Lago Guaíba em 90% dos casos estarão com no mínimo 25 cm a mais que o nível do mar. Como o calado permissível estipulado pela Autoridade Portuária (SPH), sob coordenação da Autoridade Marítima (Marinha do Brasil), é tomado em relação a cota do nível de Estiagem de Projeto e este para Laguna dos Patos e Lago Guaíba é a cota zero (nível do mar), fica comprovado que existe segurança para navegação, acrescido ainda, de uma margem de segurança.

Para verificar o efeito da sazonalidade no comportamento dos níveis d'água, ao longo do período estudado, foram realizadas curvas de permanência para cada uma das Estações Pluviométricas, considerando apenas os dados referentes a cada um dos meses do ano, durante todo período de análise. As Tabelas 23 e 24, mostram as cotas dos níveis d'água mensais que serão igualadas ou superadas em 90% dos casos, nas estações da Laguna dos Patos e do Lago Guaíba. Os gráficos das curvas de permanência, de onde foram retiradas as cotas mostradas nas Tabelas 23 e 24, estão apresentados no Apêndice-A.

Tabela 23 - Cotas dos Níveis d'água mensais que serão igualados ou superados em 90% dos casos – Laguna dos Patos (1988 a 2012)

MÊS	Estação	Estação	Estação	Estação
	Arambaré	S. Lourenço	Laranjal	Rio Grande
	Cota (cm)	Cota (cm)	Cota (cm)	Cota (cm)
Janeiro	+12	+17	+27	+25
Fevereiro	+15	+20	+30	+28
Março	+20	+25	+32	+26
Abril	+33	+31	+36	+32
Mai	+40	+39	+40	+34
Junho	+46	+41	+44	+36
Julho	+52	+47	+49	+38
Agosto	+40	+39	+42	+35
Setembro	+39	+41	+43	+35
Outubro	+41	+41	+46	+39
Novembro	+26	+30	+40	+32
Dezembro	+14	+19	+29	+27

Fonte: Elaborada pelo Autor

Tabela 24 - Cotas dos Níveis d'água mensais que serão igualados ou superados em 90% dos casos – Lago Guaíba (1988 a 2012)

MÊS	Estação Cristal	Estação Ipanema	Estação P. Coatis	Estação P. Grossa	Estação Pintada
	Cota (cm)	Cota (cm)	Cota (cm)	Cota (cm)	Cota (cm)
Janeiro	+20	+13	+20	+16	+21
Fevereiro	+24	+18	+26	+22	+32
Março	+28	+22	+31	+22	+31
Abril	+46	+41	+47	+40	+43
Mai	+53	+45	+55	+42	+51
Junho	+60	+51	+60	+47	+57
Julho	+68	+60	+68	+58	+65
Agosto	+52	+46	+52	+41	+52
Setembro	+57	+50	+54	+46	+54
Outubro	+53	+44	+53	+43	+51
Novembro	+40	+29	+39	+32	+36
Dezembro	+23	+18	+24	+19	+25

Fonte: Elaborada pelo Autor

Analisando as Tabelas 23 e 24 é possível observar que no período entre os meses de abril e outubro (destacado em negrito e sombreado) a Laguna dos Patos em 90% dos casos estará com uma cota de no mínimo 31 cm acima do nível do mar(cota zero), ou seja, acima da cota do nível de “Estiagem de Projeto”. Para o Lago Guaíba, também em 90% dos casos, estará com uma cota no mínimo 40 cm a mais que a cota do nível de “Estiagem de Projeto”. Desta forma é possível constatar que seria possível na Laguna dos Patos e no Lago Guaíba, com uma segurança de 90%, aumentar o calado permissível em 1 pé (1 pé = 30,48 cm), entre os meses de abril a outubro, passando o calado que hoje é de 17 pés para 18 pés. Observa-se que este aumento do calado permissível não exigiria nenhum investimento por parte do governo, apenas uma mudança nas determinações legais por parte da Autoridade Portuária (SPH), sob coordenação da Autoridade Marítima (Marinha do Brasil).

Considerando: (i) que este acréscimo de 1 pé no calado permissível tivesse ocorrido entre os meses de abril e outubro do ano de 2011; (ii) que a carga total movimentada pela hidrovia interior neste ano, no montante de 3.721.986 toneladas (tabela 3), pudesse ser distribuída uniformemente em relação aos meses do ano; e (iii) que a possibilidade de acréscimo de carga nas embarcações é em média 14%, conforme mostra a Tabela 9. É possível determinar o quanto poderia ter sido acrescido de carga ao modal hidroviário interior (Tabela 25).

Tabela 25 – Carga possível de ser acrescida ao hidroviário interior.

Carga 2011 (ocorrida)	Acréscimo de carga (14%) total no ano	% em relação à 7 meses do ano	Carga possível de ser acrescida nos 7 meses
3.721.986 t	521.078 t	58,33%	303.962 t

Fonte: Elaborada pelo Autor

Analisando o quanto isto representaria em termos de redução de custos, considerou-se dois cenários. O primeiro a carga possível de ser acrescida vinda do modal rodoviário, mostrado na Tabela 26, e o segundo a carga possível de ser acrescida vinda do modal ferroviário, mostrado na Tabela 27.

Tabela 26 – Redução de custos, migração de cargas do rodoviário para o hidroviário.

MODAL	Carga Movimentada 2011 Efetivada			Admitindo mudança de 304.000 t do rodoviário para o hidroviário (2011)		
	(1000 t)	Custo R\$/1000 t	(R\$) milhões	(1000 t)	Custo R\$/1000 t	(R\$) milhões
Hidroviário	2.430	8.166,00	19,80	2.734	8.166,00	22,30
Ferrovário	2.883	41.251,00	118,90	2.883	41.251,00	116,50
Rodoviário	12.356	133.977,00	1.655,40	12.052	133.977,00	1.614,70
Total	17.669		1.794,20	17.669		1.753,50

Fonte: Elaborada pelo Autor

Tabela 27 – Redução de custos, migração de cargas do ferroviário para o hidroviário.

MODAL	Carga Movimentada 2011 Efetivada			Admitindo mudança de 304.000 t do Ferroviário para o hidroviário (2011)		
	1000 t	Custo R\$/1000 t	(R\$) milhões	(1000 t)	Custo R\$/1000 t	(R\$) milhões
Hidroviário	2.430	8.166,00	19,80	2.734	8.166,00	22,30
Ferrovário	2.883	41.251,00	118,90	2.579	41.251,00	106,40
Rodoviário	12.356	133.977,00	1.655,40	12.356	133.977,00	1.655,40
Total	17.669		1.794,20	17.669		1.784,10

Fonte: Elaborada pelo Autor

Assim, constata-se que a adoção do calado sazonal, no ano de 2011, teria um impacto de redução de custos de transporte na ordem de R\$ 40,7 milhões (R\$ 1.794,20 milhões – R\$ 1.753,50 milhões), considerando a migração do modal rodoviário e de R\$ 10,1 milhões (R\$ 1.794,20 milhões – R\$ 1.784,10 milhões), considerando a migração do modal ferroviário.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O setor transporte desenvolve uma recíproca relação com o progresso econômico, proporcionando acessibilidade e mobilidade, tanto de mercadorias como de pessoas, o que evidencia a sua importância na economia de um Estado ou de um País, fomentando e viabilizando os demais setores (Pereira, 2009). Desta forma, torna-se relevante compreender as relações existentes entre os diferentes modais e em função de suas características estruturais, como estas afetam o transporte de cargas e a economia do Estado do Rio Grande do Sul. Embora sejam cinco os modais de transportes de cargas: rodoviário, ferroviário, hidroviário, dutoviário e aéreo, sabe-se que cada um possui características operacionais e de custos específicas que os tornam mais adequados para determinados tipos de produtos e de operações. A análise desenvolvida focou naqueles que se identificam pelo atendimento da movimentação das cargas com a mesma característica, ou seja, o rodoviário, ferroviário e hidroviário.

Os custos avaliados atualmente para a escolha dos modais estão longe de considerar os custos sociais, onde se inserem os custos ambientais. Desta forma, a avaliação e a escolha dos modais vêm sendo prejudicadas por não lidarem com custos “reais”. Além das considerações usuais entre taxas de frete, velocidade, confiabilidade, perdas durante o transporte, deve-se ter em mente os benefícios (ou prejuízos) sociais de cada modal. Este trabalho buscou a comparação incluindo custos de operação, custo com gastos de combustíveis, mas principalmente os custos sociais.

Assim, considerando as condições estabelecidas, e os aspectos característicos da logística gaúcha, é possível destacar nesta conclusão: (i) que o custo do modal rodoviário é 1.541% maior do que o hidroviário interior e o ferroviário é 405% maior; (ii) que a carga movimentada pelos três modais, em 2011, representou um custo total de R\$ 1,79 bilhões, ou seja, 0,65% do PIB estadual; (iii) que admitida uma mudança onde 8% e 2% das cargas movimentadas migrassem, correspondentemente dos modais rodoviário e ferroviário para o modal hidroviário, em 2011, isto representaria um acréscimo de carga de 1,04 bilhões de toneladas e uma economia, em relação aos custos sociais, de operação e de combustível, no valor de R\$ 126,3 milhões, ou seja, 0,05% do PIB estadual; (iv) que considerando a previsão de movimentação de cargas no modal hidroviário para o ano de 2031, feita pelo PHE/MT, no montante de 9.367 toneladas e estendendo esta proporção aos modais rodoviário e ferroviário,

isto representaria um custo total de R\$ 6,9 bilhões; e (v) que considerando ainda a projeção para 2031, com os mesmos percentuais de migração de cargas, 8% e 2%, do rodoviário e ferroviário para o hidroviário interior, isto representaria um acréscimo de carga de 4,03 bilhões de toneladas e uma economia, em relação aos custos sociais, de operação e de combustível, no valor de R\$ 486,8 milhões.

Torna-se necessário mencionar que as análises realizadas neste trabalho não levaram em consideração os custos de implantação, de manutenção em relação aos três modais, assim como o tempo de vida útil da infraestrutura de cada modal, o que certamente iria refletir em uma vantagem ainda maior da movimentação hidroviária interior em relação aos modais rodoviário e ferroviário, com os seus consequentes reflexos na economia do Rio Grande do Sul.

Com relação a implantação do calado sazonal foram realizadas as seguintes conclusões: (i) as curvas de permanência, em relação a um período de análise entre os anos de 1988 e 2012, mostraram que a cota do nível d'água mais baixo na Laguna dos Patos e no Lago Guaíba foi de 25cm acima da cota do nível do mar, ou seja, este nível terá a probabilidade de ser igualado ou superado em 90% dos casos; (ii) que este nível d'água sendo superior em 25 cm ao nível de Estiagem de Projeto comprova que o calado permissível estipulado pela Autoridade Portuária (SPH), sob coordenação da Autoridade Marítima (Marinha do Brasil), garante segurança à navegação; (iii) que no período entre os meses de abril e outubro, em 90% dos casos, a Laguna dos Patos e o Lago Guaíba estarão, respectivamente, com níveis d'água acima de 31 cm e 40 cm em relação ao nível de Estiagem de Projeto, assim neste período o calado permissível pode ser aumentado em 1 pé (1 pé = 30,48 cm), passando de 17 pés para 18 pés; (iv) que o calado acrescido de 1 pé, neste período de meses, representaria em 2011 uma possibilidade de acréscimo de carga ao modal hidroviário interior de 304 mil toneladas; e (v) que se a carga possível de ser acrescida viesse do modal rodoviário haveria uma redução de custos, na ordem de R\$ 40,7 milhões e se viesse do modal ferroviário haveria uma redução de custos no montante R\$ 10,1 milhões.

Cabe reforçar que este aumento do calado permissível não exigiria nenhum investimento por parte do governo, apenas uma mudança nas determinações legais por parte da Autoridade Portuária (SPH), sob coordenação da Autoridade Marítima (Marinha do Brasil).

Como reflexão final destacam-se dois textos mencionados no relatório final do Plano Nacional de Logística e Transportes (PNLT), publicado em setembro de 2012, que de certa forma estão relacionados com o objetivo deste trabalho. O primeiro texto diz: “Tornar os produtos brasileiros mais competitivos, por meio da melhoria da eficiência e da redução de custos, fortaleceria o comércio nacional. A expressão “Custo Brasil” ganhou grande relevância nos discursos. Sem parâmetros de mensuração palpáveis ou uma definição exata, ela abrange todo e qualquer item que compõe o custo da produção brasileira. De forma geral, entende-se “Custo Brasil” como todos os gastos internos que só existem no país e que acabam por onerar os produtos e serviços brasileiros, tornando-os menos competitivos em relação aos similares estrangeiros. Dentre esses gastos internos, têm sido destacados os preços portuários e o alto custo dos transportes”. O segundo texto é uma pergunta, cuja a resposta reflete a realidade atual, com o seguinte teor: “O que seria uma distribuição modal equilibrada para o Brasil? Em termos de custos logísticos e de emissões de gases de efeito estufa, uma matriz com participação maior dos modos não rodoviários seria desejável. No entanto, é importante destacar que, apesar da importância da aplicação de corretas políticas de desenvolvimento e de uma visão de futuro transformadora, em última instância, as razões de mercado influenciam as escolhas de forma decisiva e são fortes determinantes da intensidade da movimentação regional de mercadorias”.

Finalmente, com base nas análises procedidas, é importante citar que os resultados aqui apresentados refletem apenas o enfoque do trabalho, que buscou ser uma projeção de referência. Por isso, devido à importância dos assuntos, fazem-se necessárias novas análises envolvendo um maior número de parâmetros de custos entre os três modais, um detalhamento maior em relação as regiões geoeconômicas estabelecidas, uma análise da composição dos insumos que fornecem o valor dos custos sociais, específica para o Rio Grande do Sul, um maior número de estações pluviométricas nos ambientes hidrológicos referenciados, um levantamento mais detalhado em relação as embarcações e as cargas que poderiam ser agregadas em função do aumento sazonal do calado.

REFERÊNCIAS

- ANA. Mapa da Região Hidrográfica do Atlântico Sul. Agência Nacional de Águas. Figura disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/portais/bacias/AtlanticoSul.aspx>> Acesso em: jan 2014.
- ANTAQ. Anuário Estatístico Aquaviário - Agência Nacional de Transportes Aquaviários. Brasília, 2011. Disponível em <<http://www.antaq.gov.br/portal/AnuarioEstatisticoAquaviario/>> Acesso em: abr 2013.
- AHSFRA. Administração da Hidrovia do São Francisco – Ministério dos Transportes. Brasília, 2007. Disponível em <<http://www.ahsfra.gov.br/rio2.htm>>. Acesso em: abr 2013.
- Azambuja, J. L. F. *Hidrovia da Lagoa Mirim: Um marco de desenvolvimento nos caminhos do Mercosul*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre -RS. Dissertação de Mestrado. 2005.
- Beltrame, L. F. S. & Tucci, C. E. M. *Estudo para avaliação e gerenciamento da disponibilidade hídrica da Bacia da Lagoa Mirim*. Instituto de Pesquisas Hidráulicas/UFRGS. Porto Alegre, v. 1, p. 128. 1998.
- Bowersox, D. J.; Closs D. J. *Closs Logistical management: the integrated supply chain process*. New York: McGraw-Hill. 1996.
- BRASIL. Lei 12.815, Art. 18, Inciso I, alínea” d”, de 05 de junho de 2013. Dispõe sobre a exploração direta e indireta pela União de portos e instalações portuárias e sobre as atividades desempenhadas pelos operadores portuários. Publicado no DOU de 5/6/2013.
- BRASIL. Portaria 1.009, de 16 de dezembro de 1993. Delimitação da área do Porto Organizado do Porto de Porto Alegre.
- Burn, S. A. *Waterway freight transport – survival or revival?* - Land use Police, p. 134-146. 1984.
- Cabral, B. *O papel das Hidrovias no Desenvolvimento Sustentável da Região Amazônica Brasileira*. (2a ed.) Brasília-DF, Senado Federal. 1996.
- Caixeta-Filho, J. V.; Gameiro, A. H. (2001) Transporte e Logística em Sistemas Agroindustriais. São Paulo. Atlas.
- Campêlo M. R.; Duhá P.A.D. *Navegação: A história do Transporte Hidroviário Interior no Rio Grande do Sul*. Centhury, Porto Alegre, RS. 2009.
- CEGN. Mapa das principais Hidrovias e Eclusas do Brasil - Centro de Estudos de Gestão Naval, Departamento de Engenharia Naval e Oceânica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008. Figura disponível em: <<http://www.gestaonaval.org.br/>> Acesso em: dez. 2013.
- Clark, X.; Dollar D.; Micco A. *Port efficiency, maritime transport costs, and bilateral trade* - Journal of Development Economics 75, 417– 450. 2004. Disponível em <www.elsevier.com/locate/econbase> Acesso em: nov 2012.
- Closs D.; Madeira L.M. *Seasonal variations of brackish foraminifera in the Patos Lagoon, Southern Brazil*, Escola de Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Publ. Esp. 15, pp. 1-51. 1968.
- CNRH. Divisão Hidrográfica do Brasil - Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução nº 32, de 15 de outubro de 2003. Figura disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Anexo:Regi%C3%B5es_hidrogr%C3%A1ficas_do_Brasil> Acesso em: nov. 2013.
- Collaziol, A. *Transporte Hidroviário no Rio Grande do Sul*. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no Curso de Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre. 2003.

- Costa, L.S. S. *As Hidrovias Interiores no Brasil* – (3a ed.) Rio de Janeiro: Editora Fenavega, Cap. II. Ministério do Meio Ambiente. 2004.
- Donatti, G. B., et al. *Transporte Fluvial*. Universidade de Mackenzie – Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: <<http://www.guiaolog.com.br/artigo383.htm>> Acesso em: dez. 2013.
- FEE/RS. Produto Interno Bruto Estadual – Série histórica 2002/2012. Disponível em: <<http://www.fee.tcche.br/sitefee/pt/content/estatisticas/pib-estadual>> Acesso em: nov. 2013.
- Fernandes, F.; Neves C.; Santos A. B.; Ignacio A. V. *Integração Sul-Americana a partir de investimentos em Infra-Estrutura: Avaliação dos Benefícios Decorrentes da Ampliação da Hidrovia do Rio Madeira*. Artigo apresentado no XIX Copinaval - Congresso Panamericano de Ingenieria Naval, Transporte Marítimo e Ingenieria Portuária, Guayaquil. 2005.
- Fleury P. F.; Wanke P.; Figueiredo K. F. *Logística empresarial: a perspectiva brasileira*. São Paulo: Editora Atlas. 2000.
- Fleury P. F. *Terceirização logística no Brasil. Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento do fluxo de produtos e dos recursos*. São Paulo: Editora Atlas, p. 313-324. 2003.
- Fleury, P. F.; Wanke P. *Estrutura e dinâmica do setor de serviços no Brasil*. Publicado pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, p. 417. Brasília. 2006.
- Fox, R. W. *Introdução à mecânica dos fluídos*, 6.ed., Rio de Janeiro. LTC ed. 2006.
- GEIPOT. *Corredores Estratégicos de Desenvolvimento, Alternativas de escoamento de Soja para Exportação*. Empresa Brasileira de Planejamento em Transporte - Ministério dos Transportes. Brasília. 1989.
- Holz, R. da F.; Lima M. L. P.; Strauch J. C. *Estudo da potencialidade da Lagoa Mirim através do transporte de arroz pelo modal hidroviário*. II Seminário e Workshop em Engenharia Oceânica, FURG, Rio Grande, RS. 2006.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2003. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: nov. 2013.
- JICA. *Estudo do gerenciamento ambiental da bacia hidrográfica das Lagoa dos Patos e Mirim na República Federativa do Brasil*. Japan Internacional Cooperation Agency-Tokyo: Kokusai Kogyo: Pacific Consultants International. 2000.
- Kjerfve, B. *Comparative oceanography of coastal lagoons*. In: Wolfe DA(ed.) *Estuarine variability*. Academic Press, New York, pp. 63-81. 1986.
- Lima, M. *Custeio do transporte rodoviário de cargas. Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento do fluxo de produtos e de recursos*. São Paulo: Editora Atlas. 2003.
- Möller, O.O.; Fernandes E. *Hidrologia e Hidrodinâmica – Estuário da Lagoa dos Patos, Um século de transformações*. FURG, Rio Grande, RS. 2010.
- Möller, O. O.; Castaing P.; Salomon J. C.; Lazure P. *The influence of local and non-local forcing effects on the subtidal circulation of Patos Lagoon*. *Estuaries*. Vol. 24, No. 2, Apr., 2001, pp. 297-311, Published by: [Coastal and Estuarine Research Federation](http://www.coastalandestuarine.org), Article Stable URL: <http://www.jstor.org/stable/1352953> .2001.
- NAVEGAR. Palestra Praticagem da Lagoa dos Patos, no seminário NAVEGAR/Conexão Marítima/SPH. Proferida pelo Capitão Geraldo Luiz de Almeida, Presidente da Praticagem da Lagoa dos Patos. Porto Alegre. Realizada em: agosto 2009.
- NPCP-RS. Normas e Procedimentos da Capitania dos Portos, Rio Grande do Sul. Capítulo 4, seção I. Disponível em www.mar.mil.br/cprs. 2008. Acesso em: out 2013.

- NPCP-RJ. Normas e Procedimentos da Capitania dos Portos, Rio de Janeiro, Anexo G-Considerações sobre o calado máximo recomendado. 2012. Disponível em www.cprj.mar.mil.br. Acesso em: out 2013.
- Oliveira, J. C. V.; Caixeta Filho J. V. *Hidroviás: Porque os EUA transportam grãos a custos mais baixos.* - Preços Agrícolas, Piracicaba, p.10-12. 2001.
- Pereira, O. C. *Soluções de otimização da eficiência energética de uma ferrovia de carga.* PUC, Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado. 2009.
- PIT. Plano Integrado de Transportes - Secretaria de Transportes, Governo do Estado do Rio Grande do Sul, 2000. Disponível em: <<http://www2.al.rs.gov.br/forumdemocratico>>. Acesso em: ago 2013.
- PHE/MT. Plano Hidroviário Estratégico - Ministério dos Transportes. Brasília, 2013 - Disponível em: <<http://www.transportes.gov.br>>. Acesso em: jan 2014.
- Rebouças A. C.; Braga B.; Tundisi J. G. *Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico Uso e Conservação.* Escrituras Editora. 1999.
- RUMOS 2015. Estudo sobre Desenvolvimento Regional e Logística de Transportes no RS, 2006. Secretaria Estadual de Planejamento e Gestão do Rio Grande do Sul. Disponível em : <<http://www.seplag.rs.gov.br/download.asp?nomeArq=rumosVol5>>. Acesso em: out 2013.
- SECOM. Governo do Estado trabalhará com informações do estudo da FIERGS, 2012. Publicação pela Secretaria de Comunicação e Inclusão Digital do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://www.secom.rs.gov.br>>. Acesso em: nov 2013.
- SEPLAG. Atlas Socioeconômico do RS, 2011. Secretaria Estadual de Planejamento e Gestão do Rio Grande do Sul. Disponível em <<http://www.scp.rs.gov.br/atlas/>>. Acesso em: out 2013.
- Seidenfus, H. *Inland waterways transport in the Federal Republic of Germany: situation and problems.* Transportation Research, v. 28A, n. 6, p.511-515. 1994.
- Silva, E. O. *Aplicação do Geoprocessamento na Implantação e na Operação de Hidroviás.* IME, Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado. 2006.
- Silva, F. S.; Sellitto M. A. *Sistema hidroviário e portuário do Rio Grande do Sul: visão geral e contextual da infra-estrutura* - Revista Liberato, Novo Hamburgo, v. 9 n. 12: p. 55-65, jul./dez. 2008.
- Silva, J. E. C. *Tecnologia Marítima – Características e Elementos do Navio* – Escola Superior Náutica Infante Dom Henrique, Portugal. 2007.
- Slob, W. *Determination of risk on inland waterways.* Journal of Hazardous Materials. n. 61, 363 – 370, 1998. Disponível em <<http://www.martrans.org/eu-mop/library>>. Acesso em: nov 2012.
- SPH/RS. Superintendência de Portos e Hidroviás - SPH. Porto de Porto Alegre. Disponível em: <http://www.sph.rs.gov.br/sph_2006/content/hidroviás/hidroviárias_apresentacao.php>. Acesso em: nov 2013.
- SOLAS. International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974. Disponível em: <<https://treaties.un.org/doc/Publication/UNTS/Volume%201184/volume-1184-I-18961-English.pdf>>. Acesso em: nov 2012.
- Tamoyo A. S.; Cruz I.; Diniz M. A. A.; Sinay M. C. F. *Obras de melhoramento de hidroviás e a sustentabilidade ambiental* - Universidade Federal do Rio de Janeiro e Instituto Militar de Engenharia. 2008.
- UFPA. Departamento de Engenharia – Universidade Federal de Lavras, MG. Disponível em: <<http://www.ufla.br>>. Acesso em: dez 2013.
- VanSchijndel, W.J.; Dinwoodie J. *Congestion and mult 25 imodal transport: a survey of cargo transport*

operators in Netherlands - Transport Policy, v. 7. 2000.

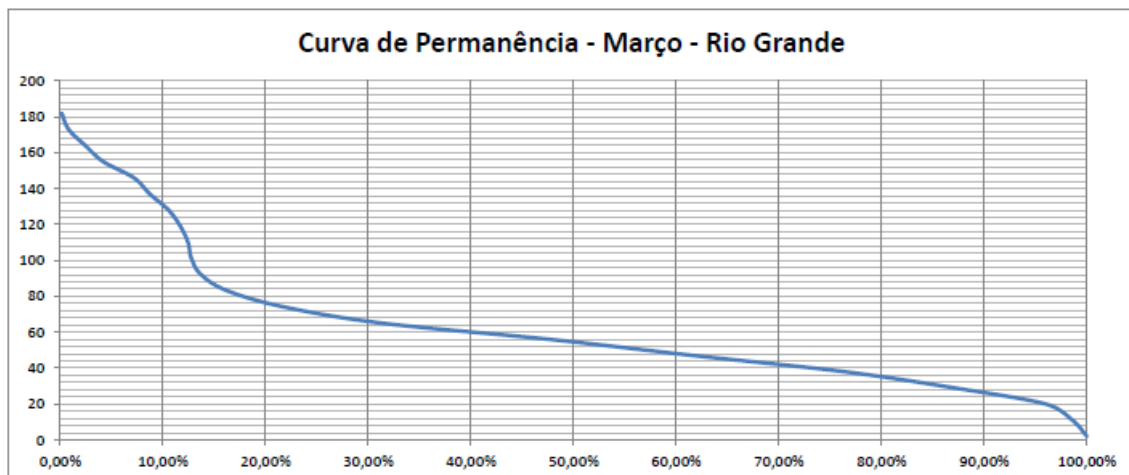
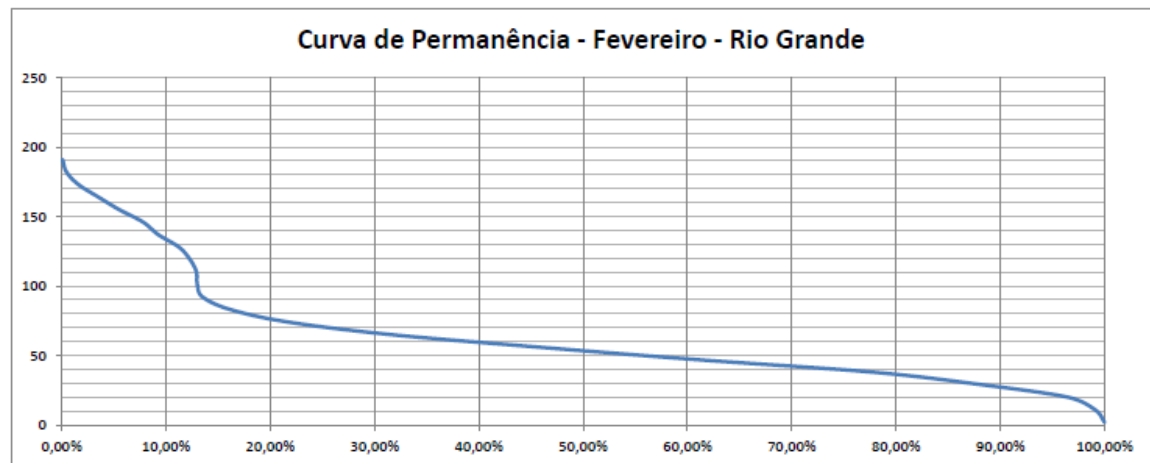
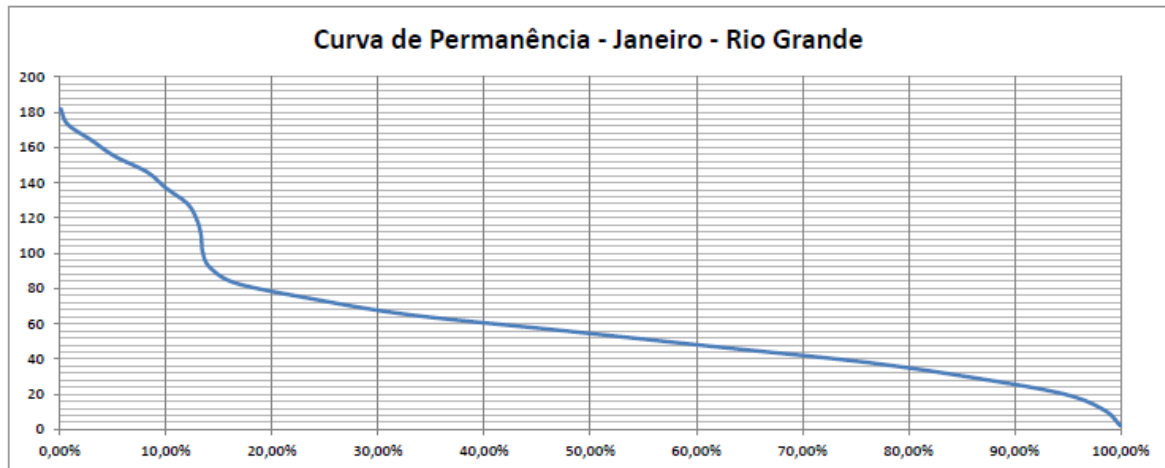
Vogel, R. M.; Fennessey, N. M. *Flow duration curves. I: New interpretation and confidence intervals*. In: Journal of Water Resources Planning and Management, Vol 120, n. 4, jul/Ago. 1994.

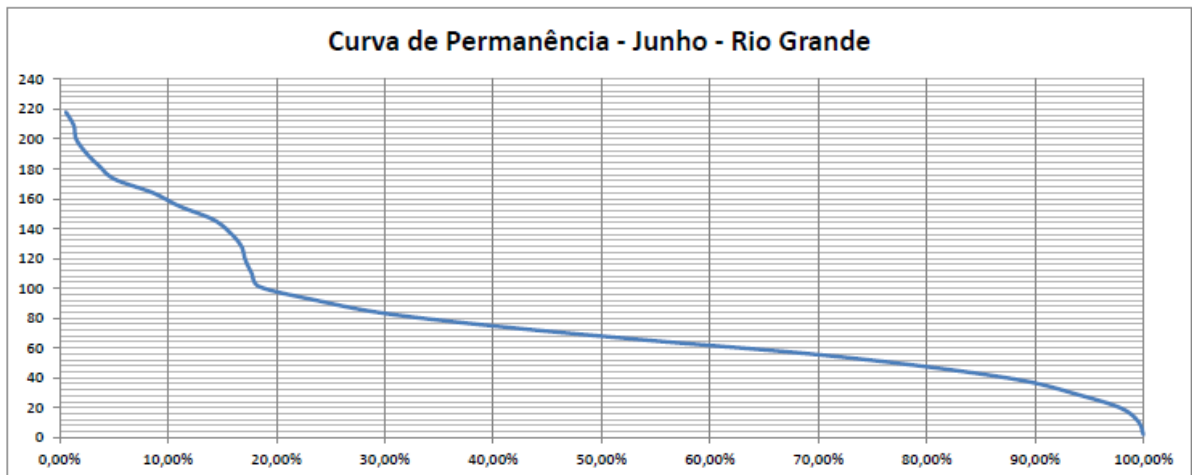
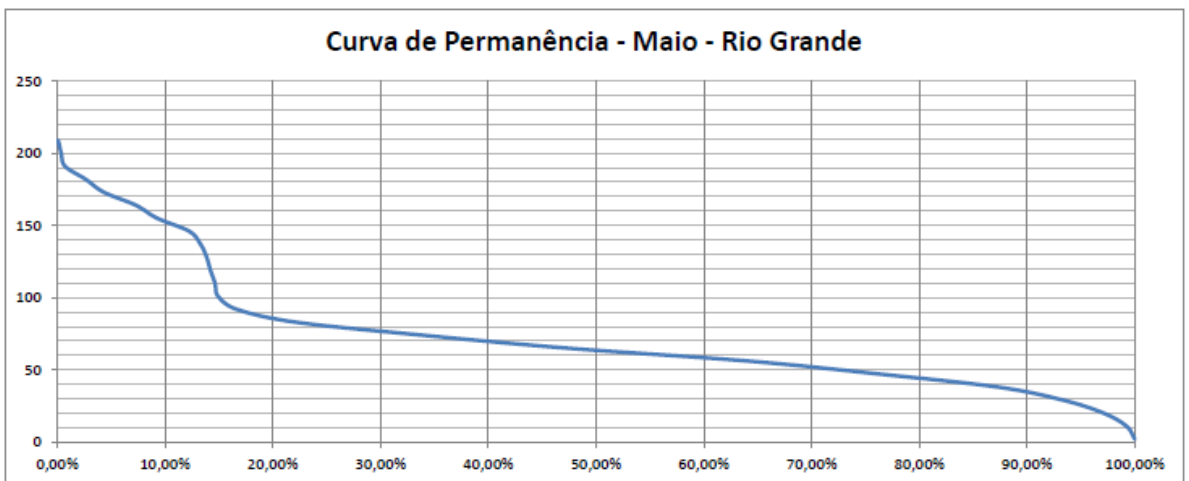
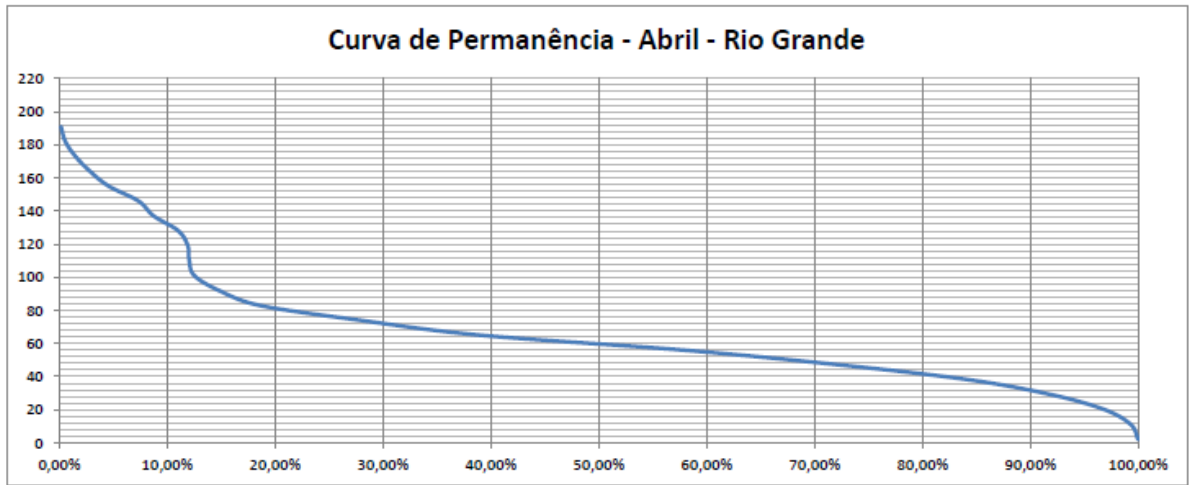
WITTER. Projeto de Ligação fluvial Ibicuí/Jacuí, 2000 – Empresa Witter Engenharia e Hidrologia. Disponível em: <<http://www.witter.com.br>>. Acesso em: dez 2013.

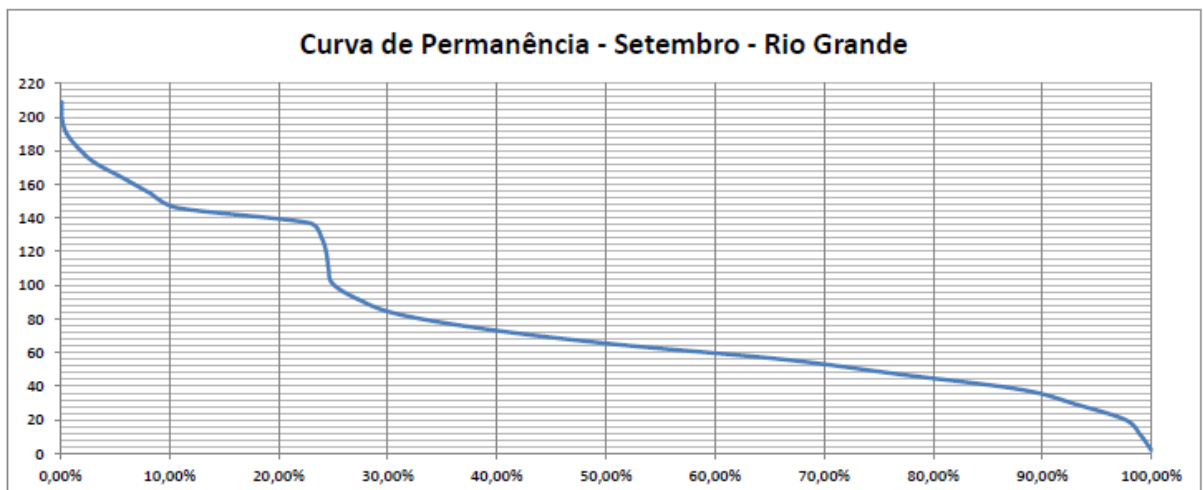
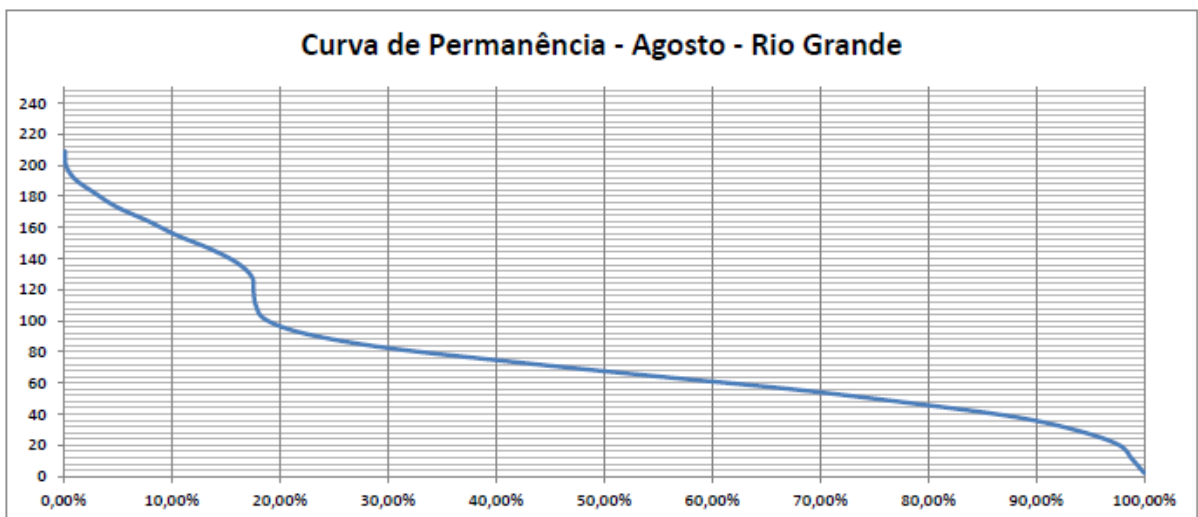
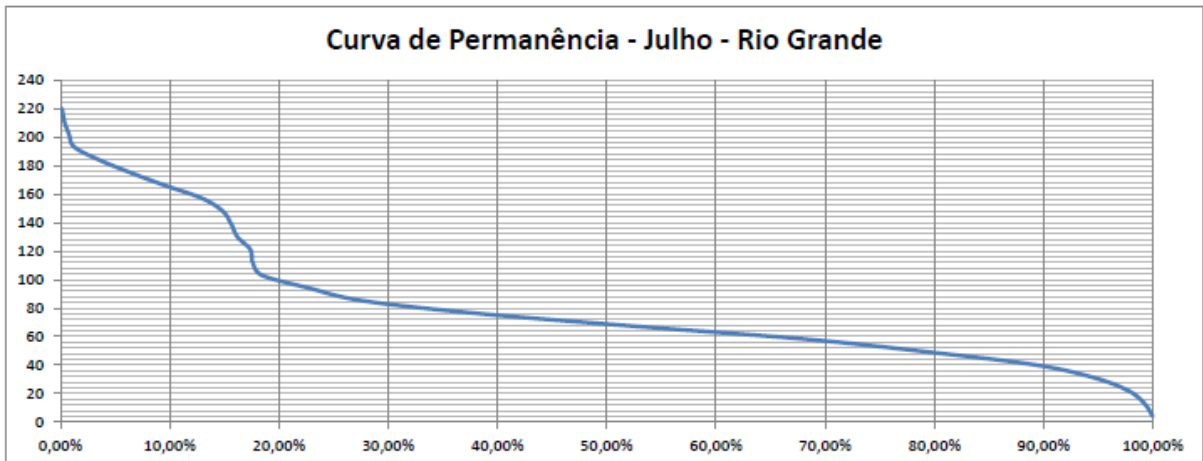
APÊNDICE A

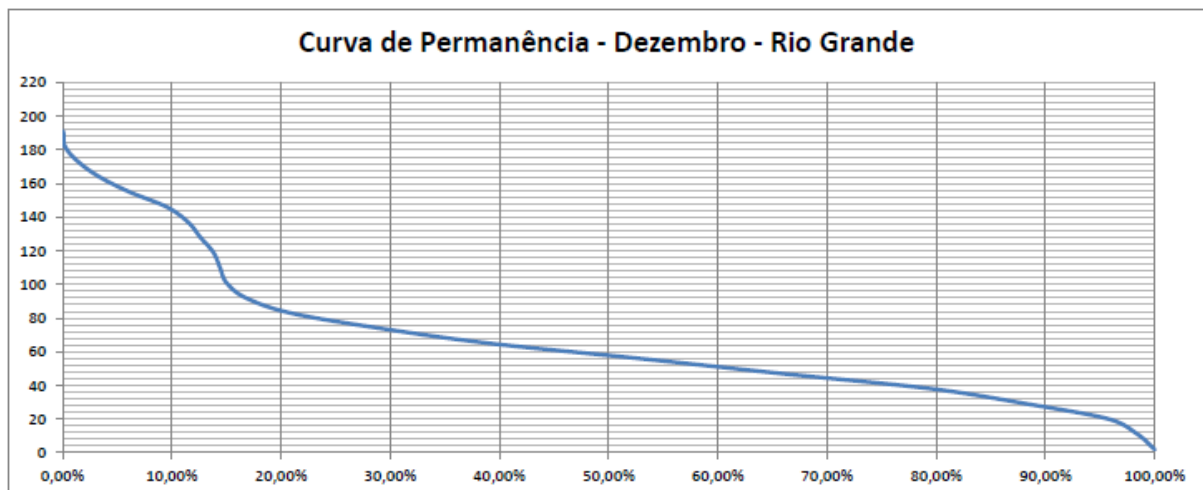
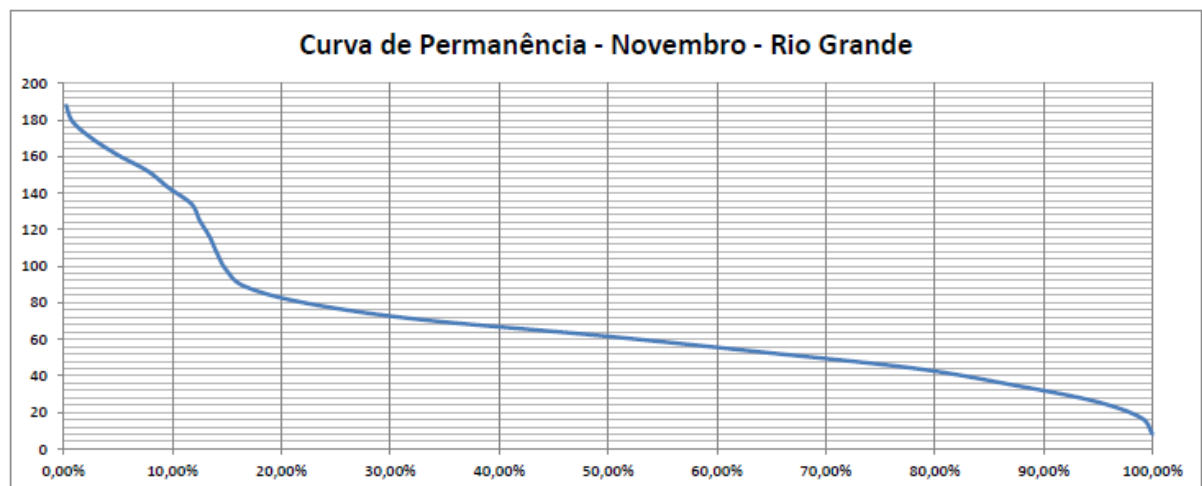
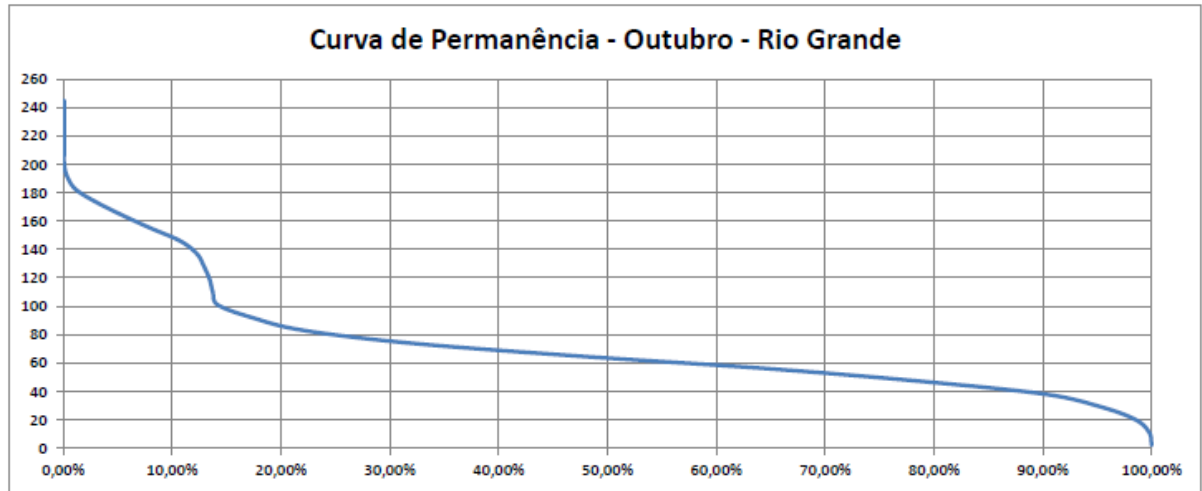
GRÁFICOS DAS CURVAS DE PERMANÊNCIA MENSAL – LAGUNA DOS PATOS

- Estação Pluviométrica de Rio Grande

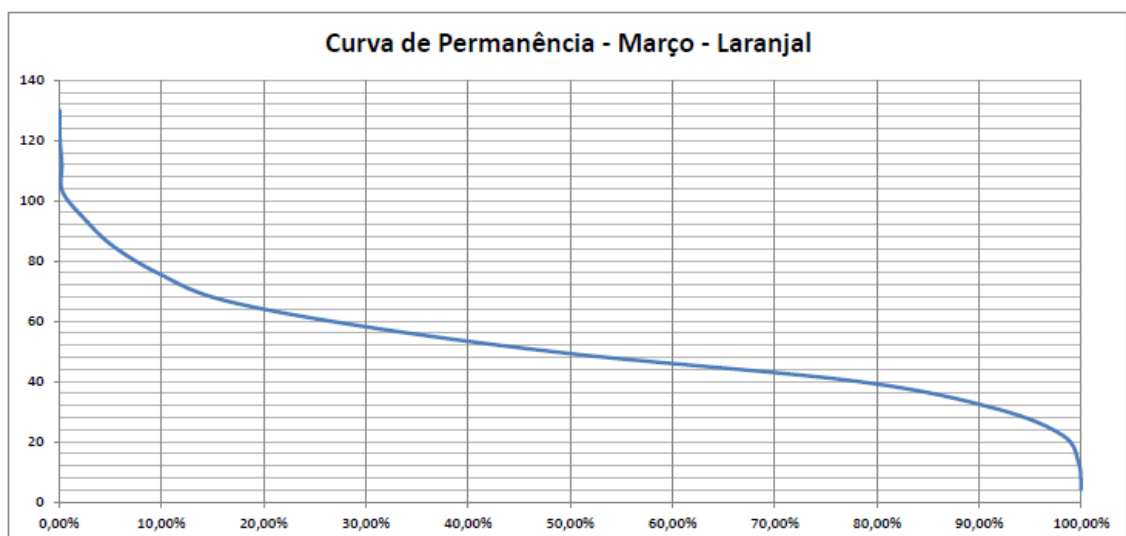
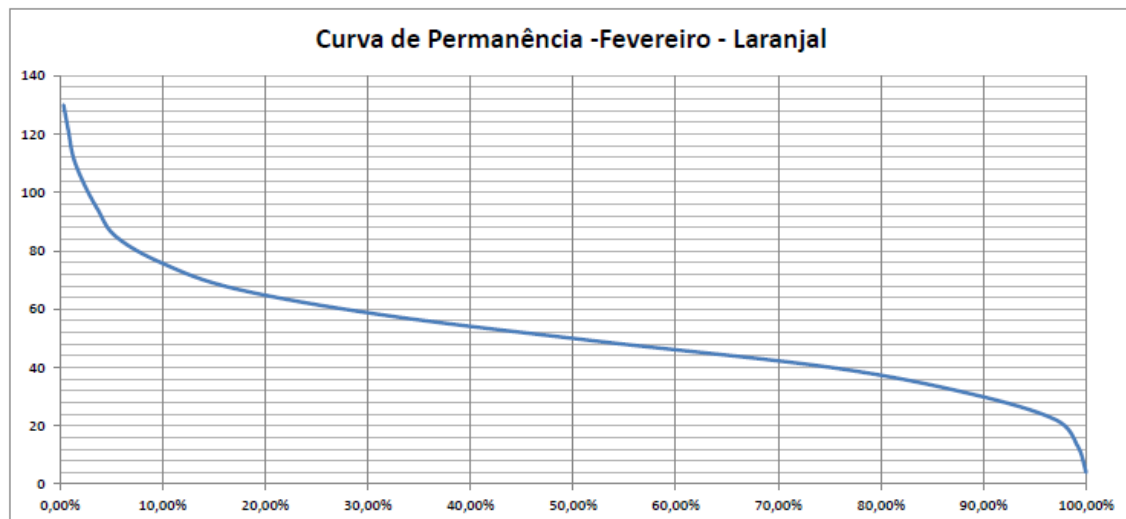
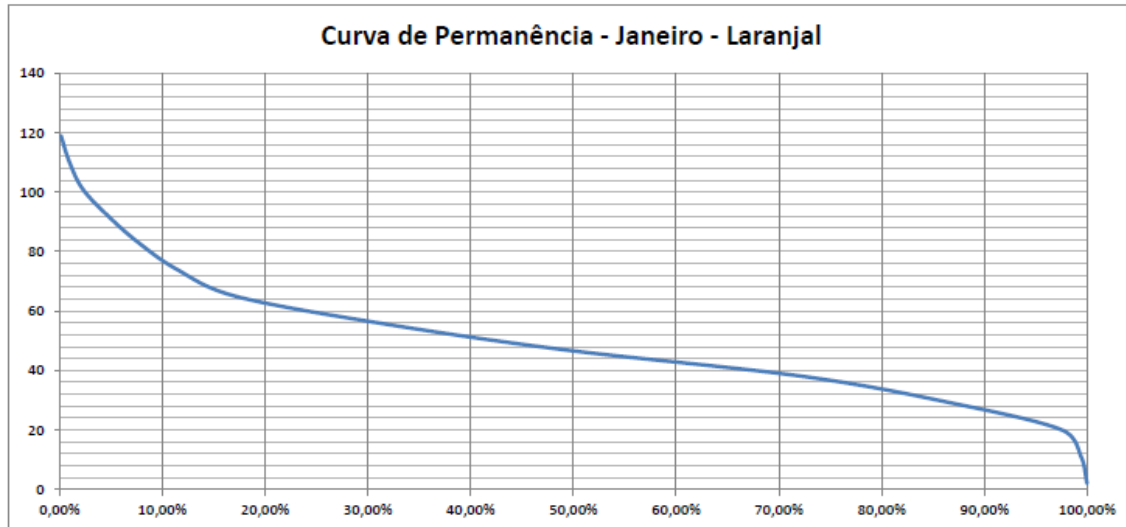


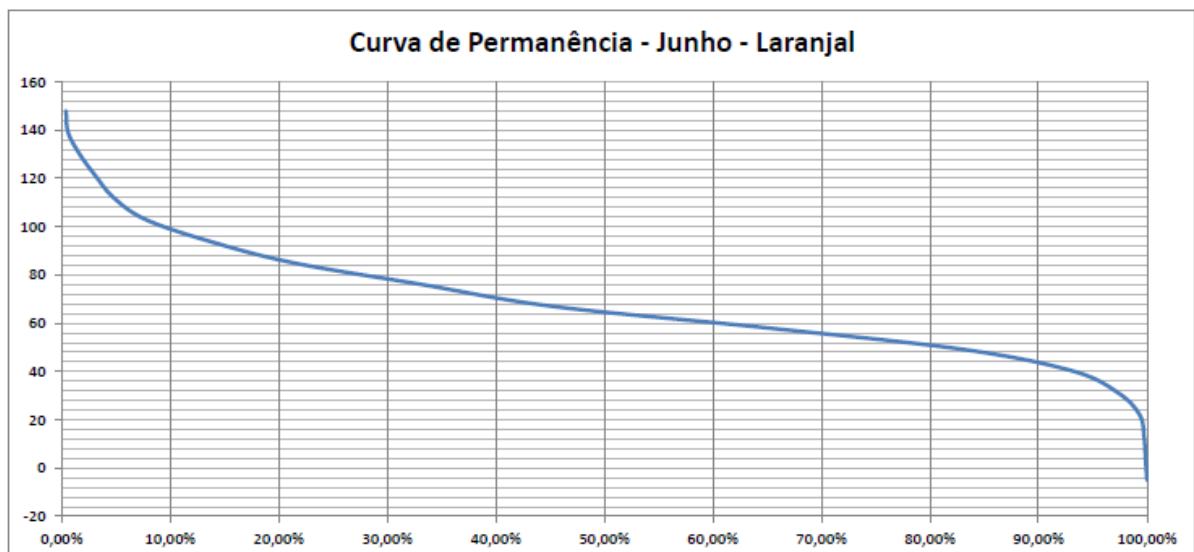
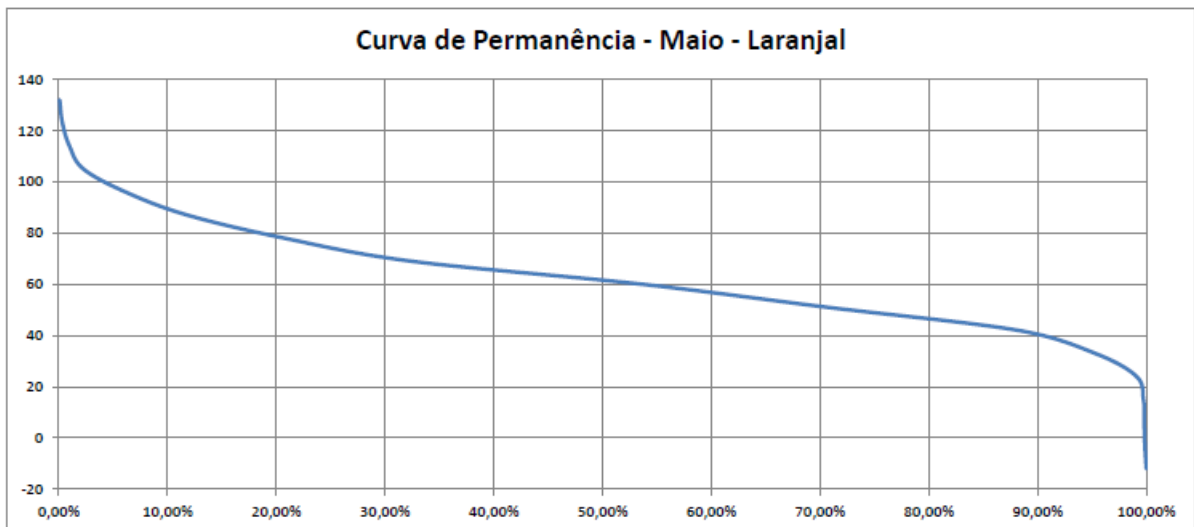
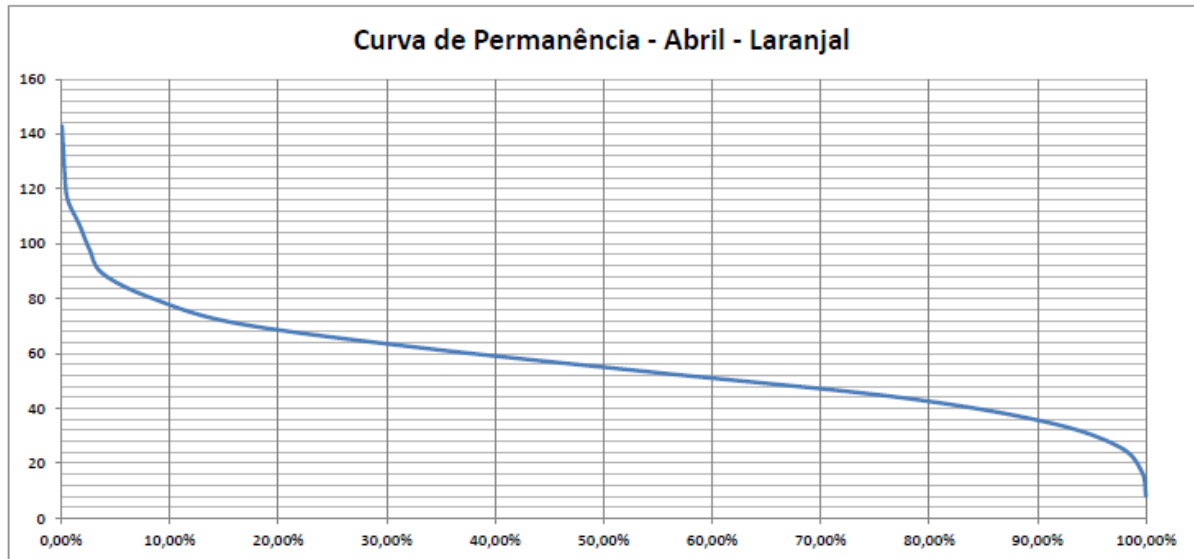


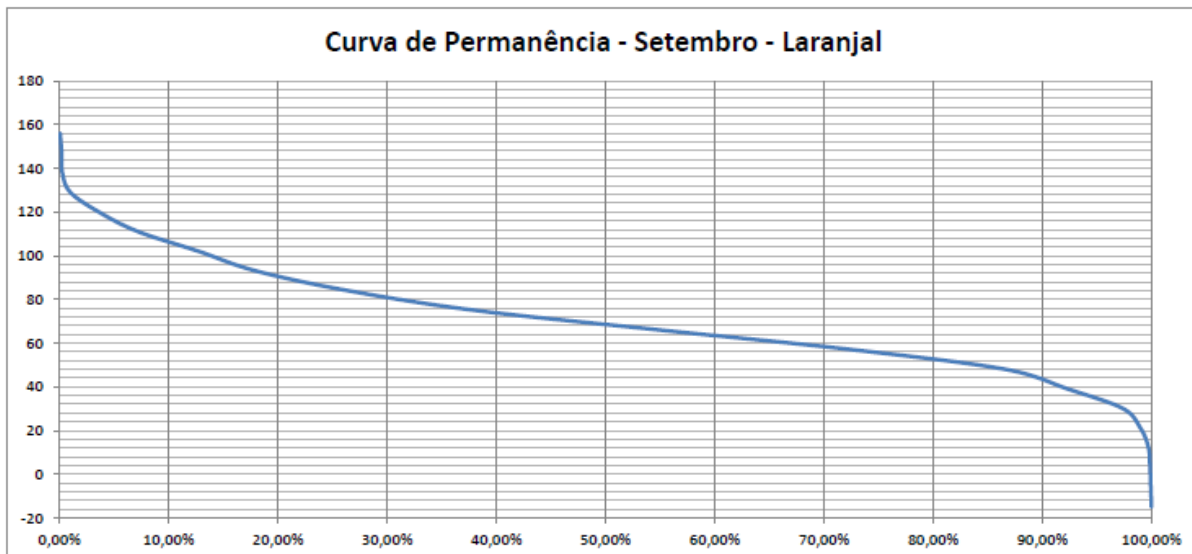
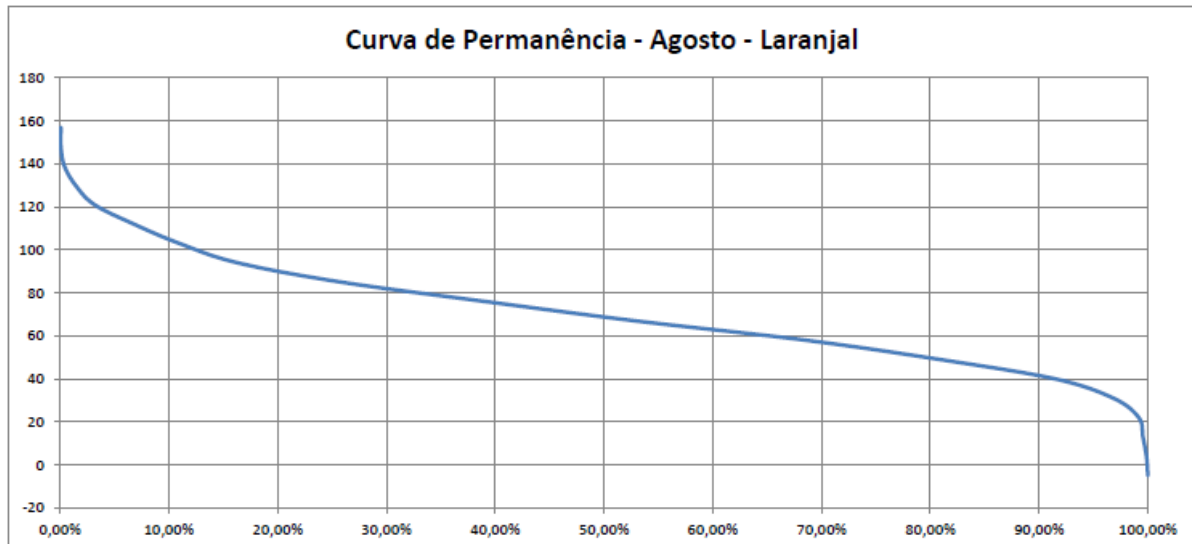
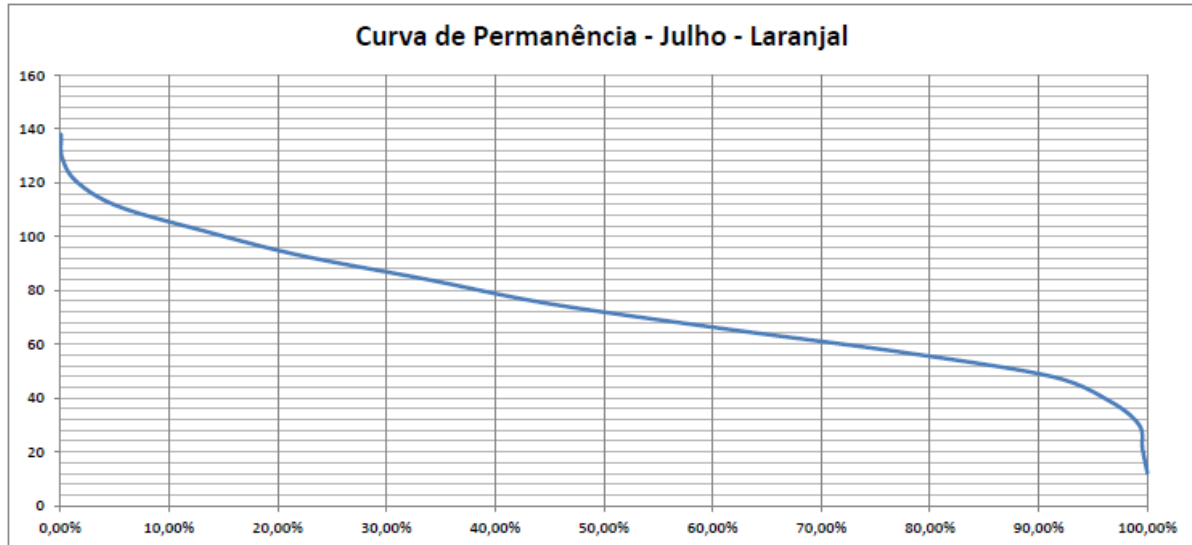


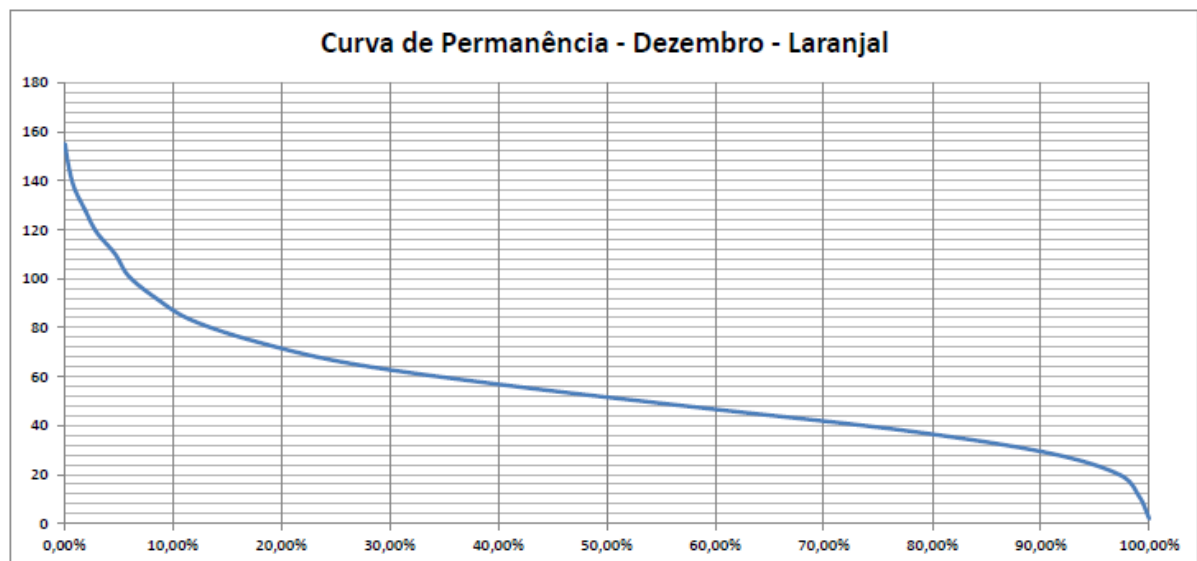
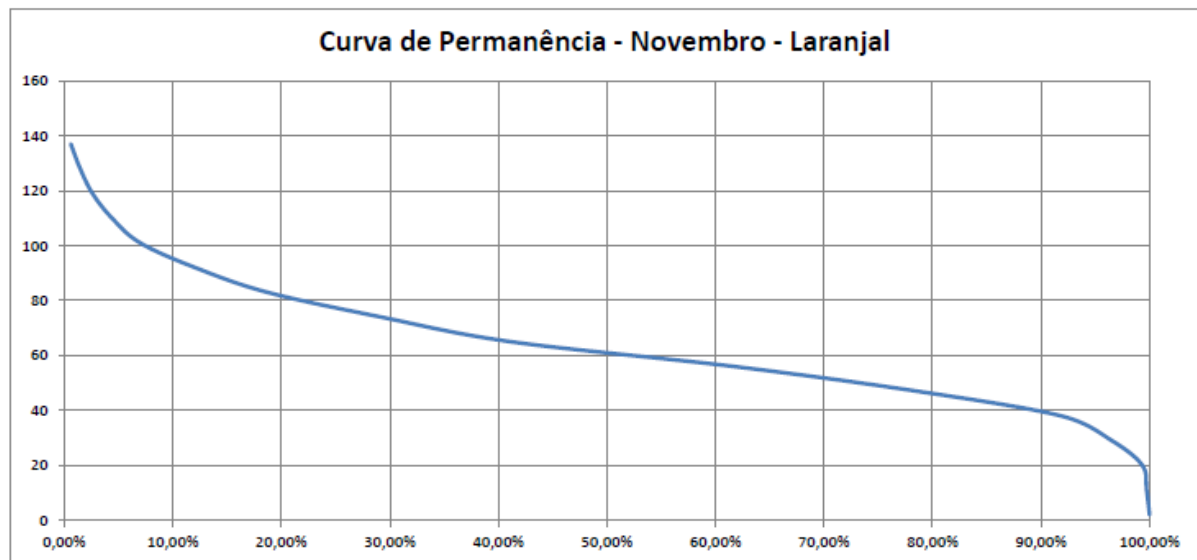
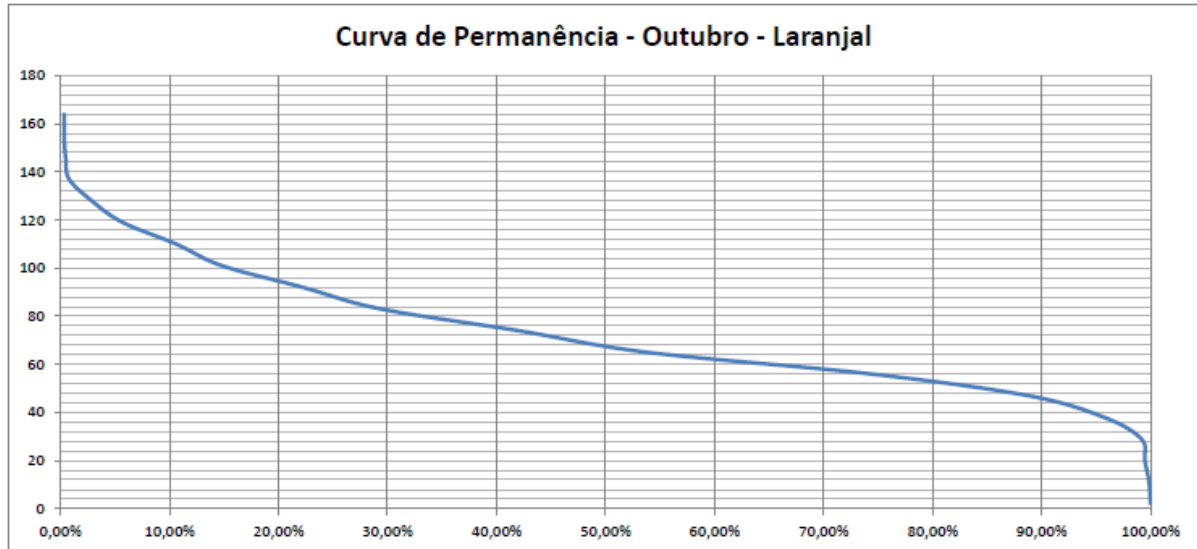


- Estação Pluviométrica do Laranjal

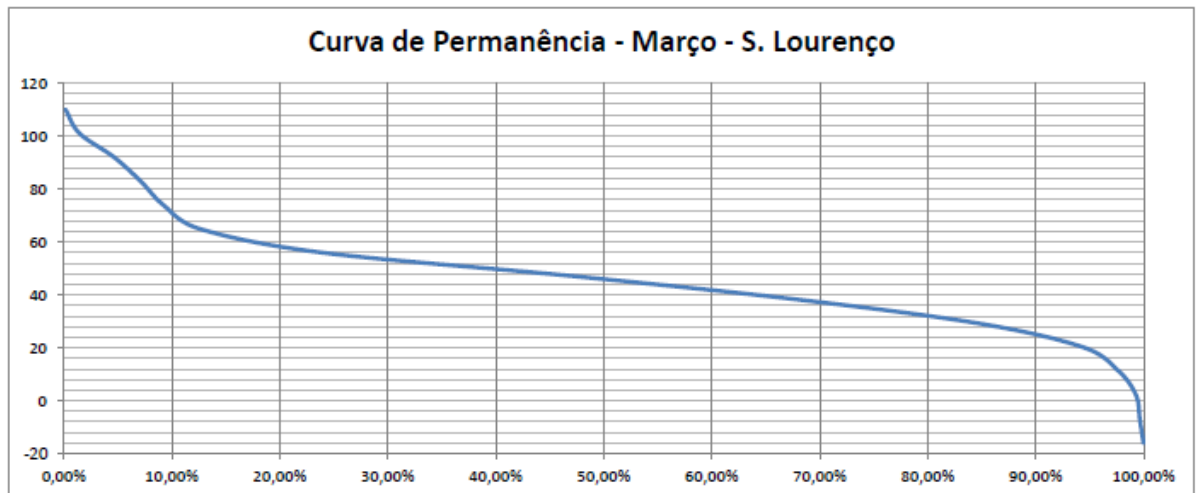
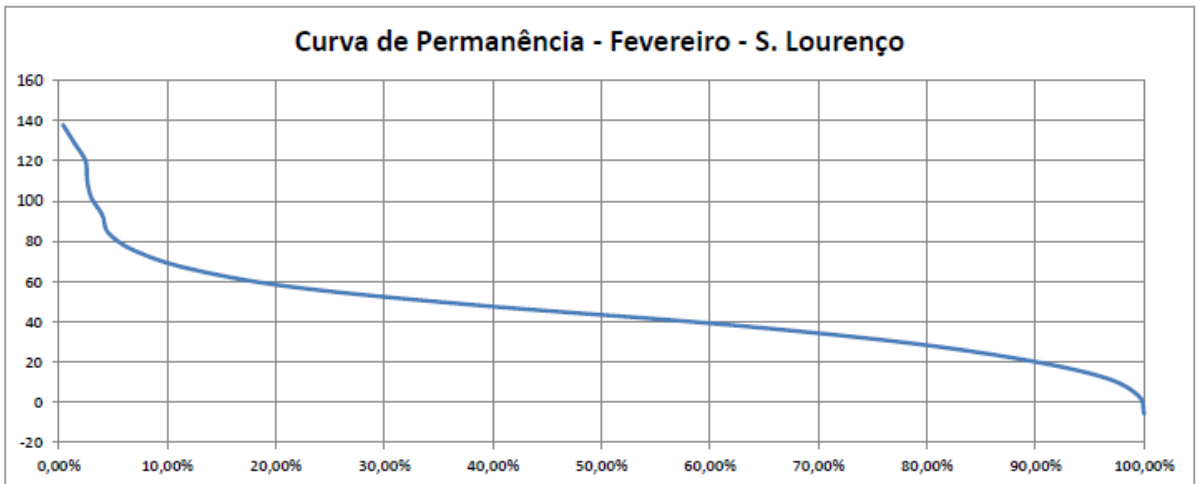
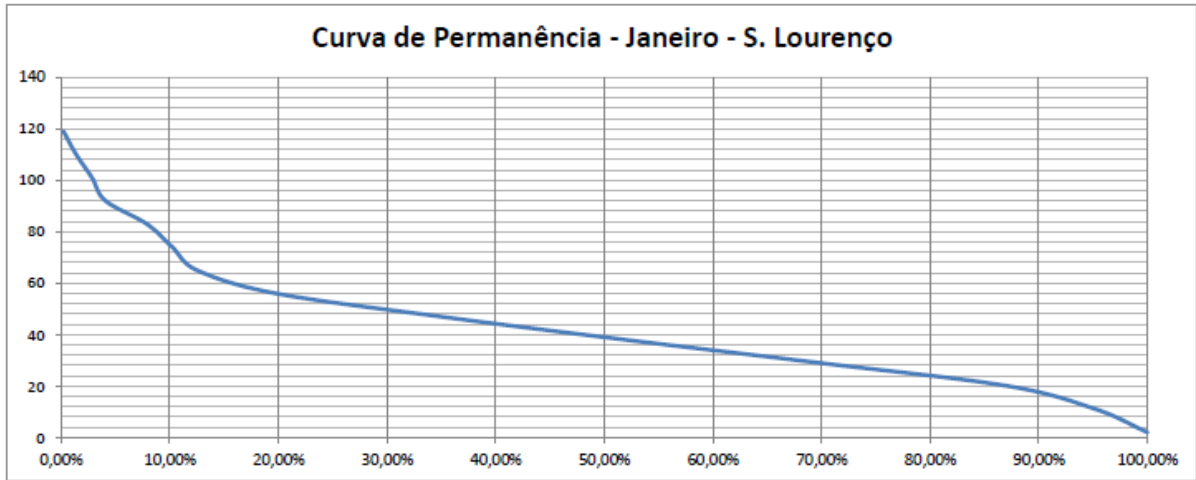


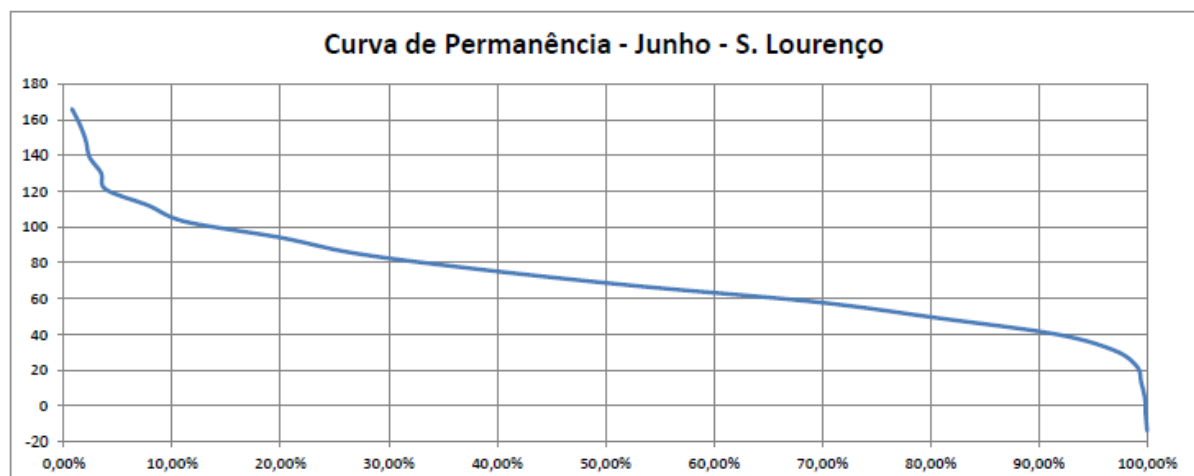
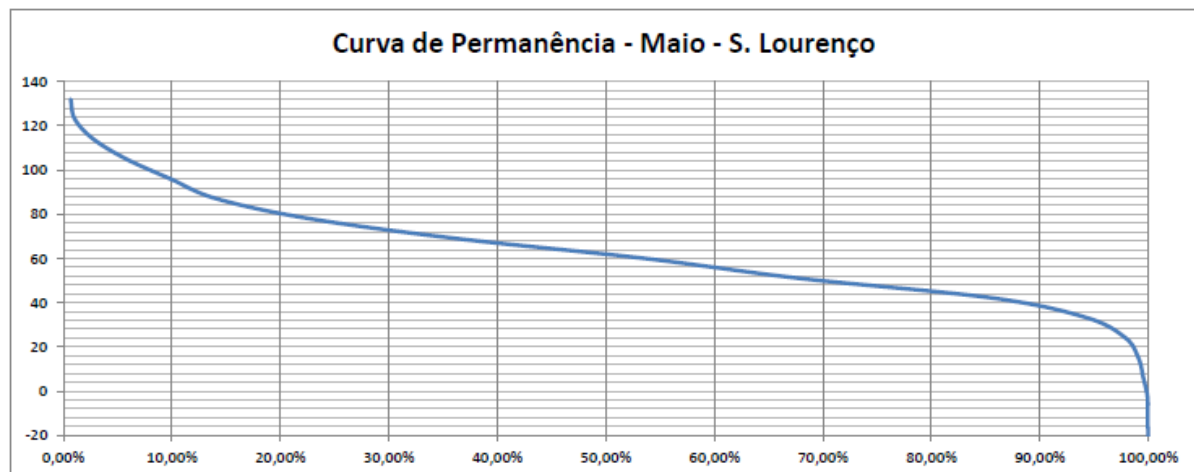
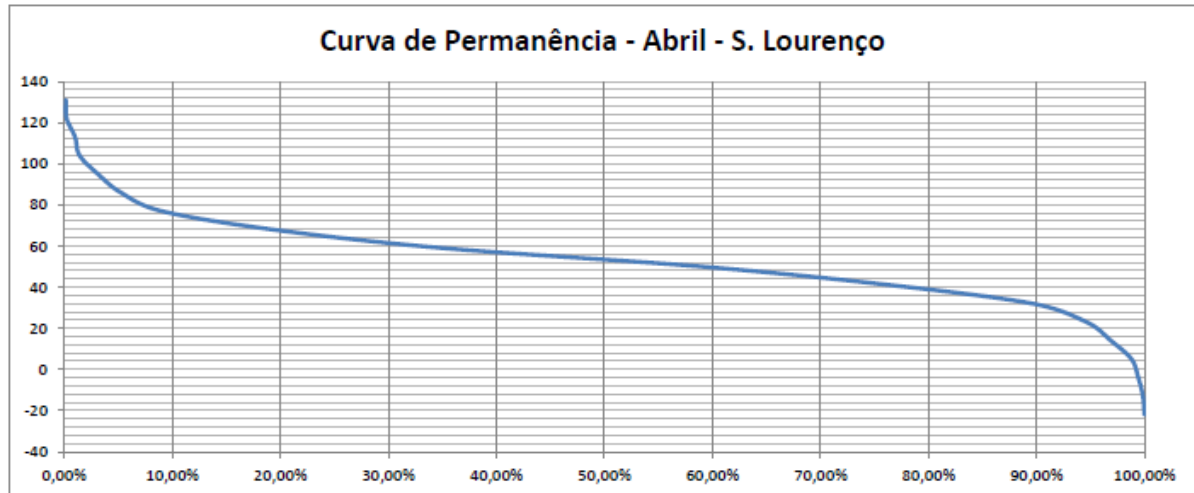


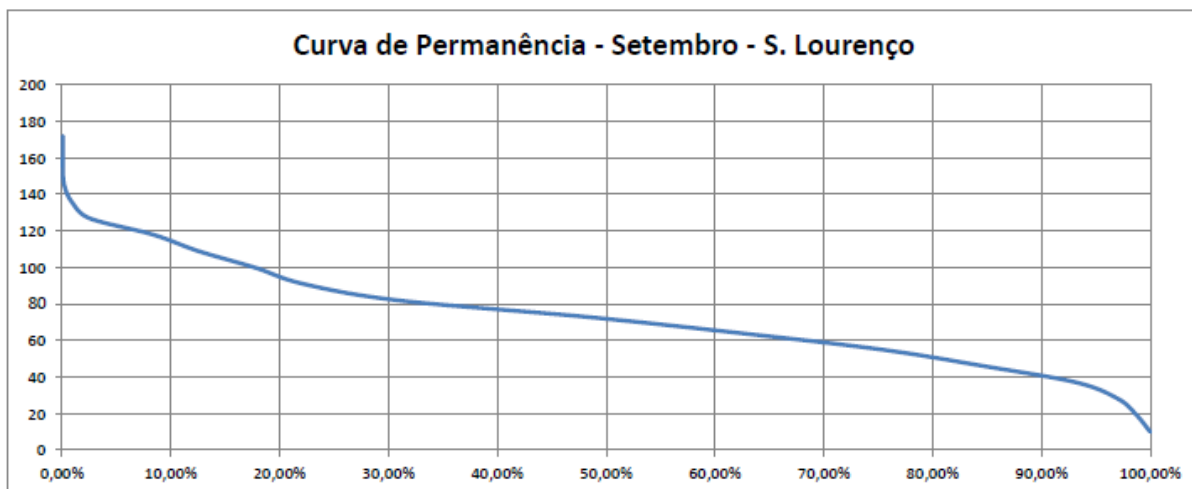
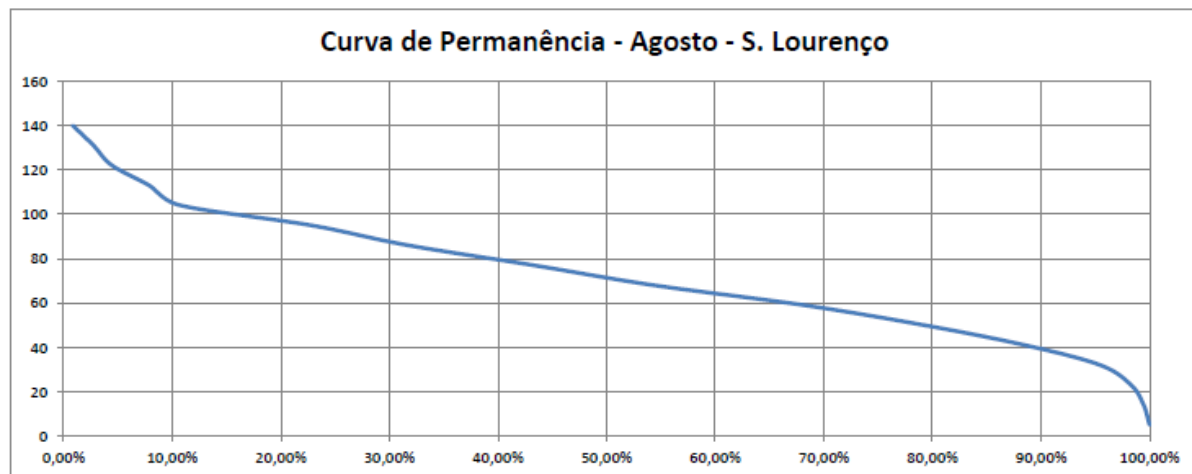
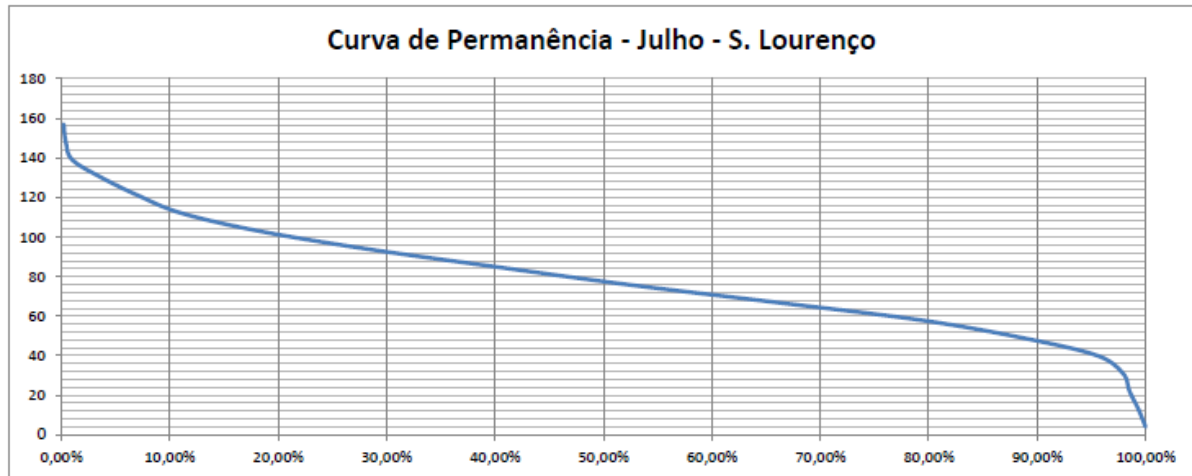


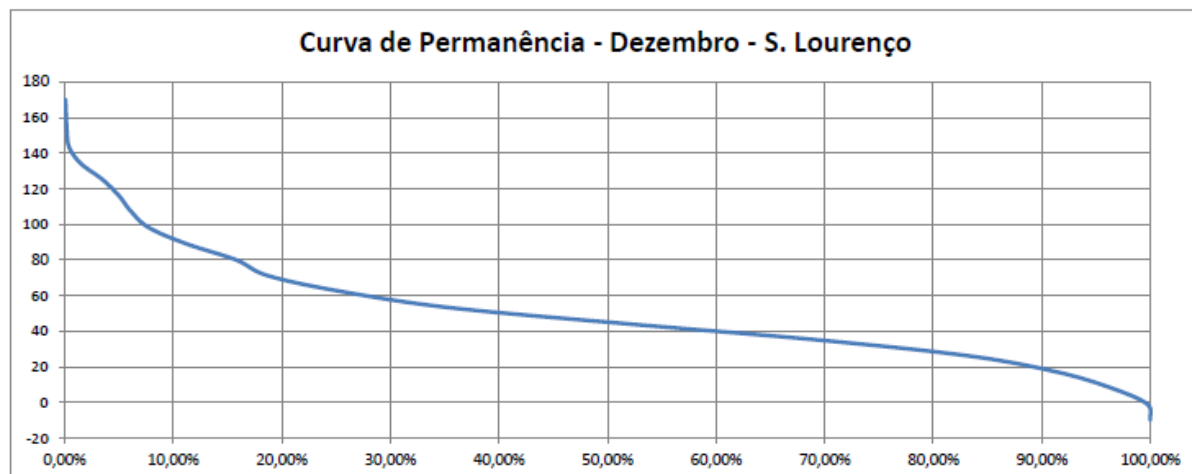
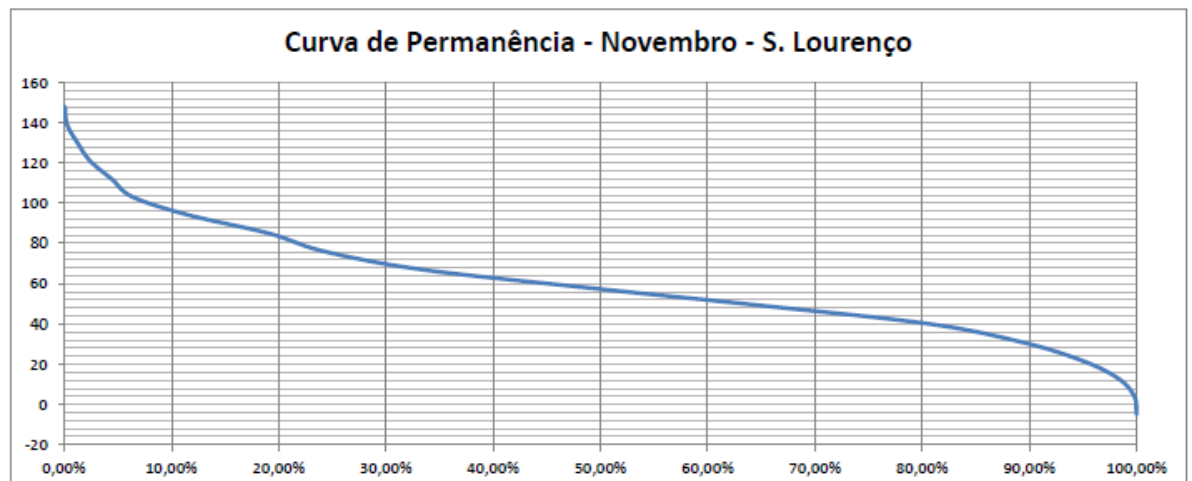
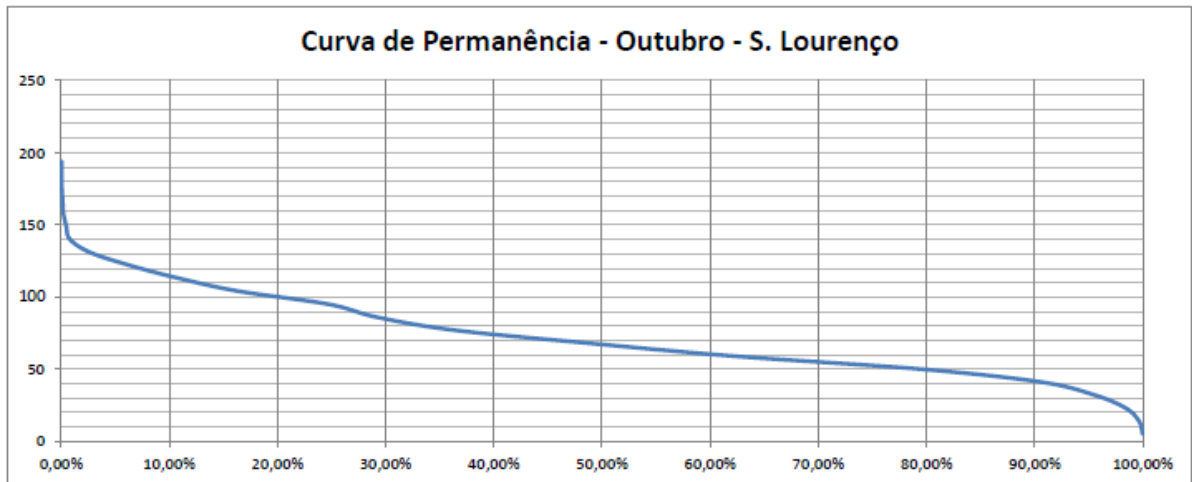


- Estação Pluviométrica de São Lourenço do Sul

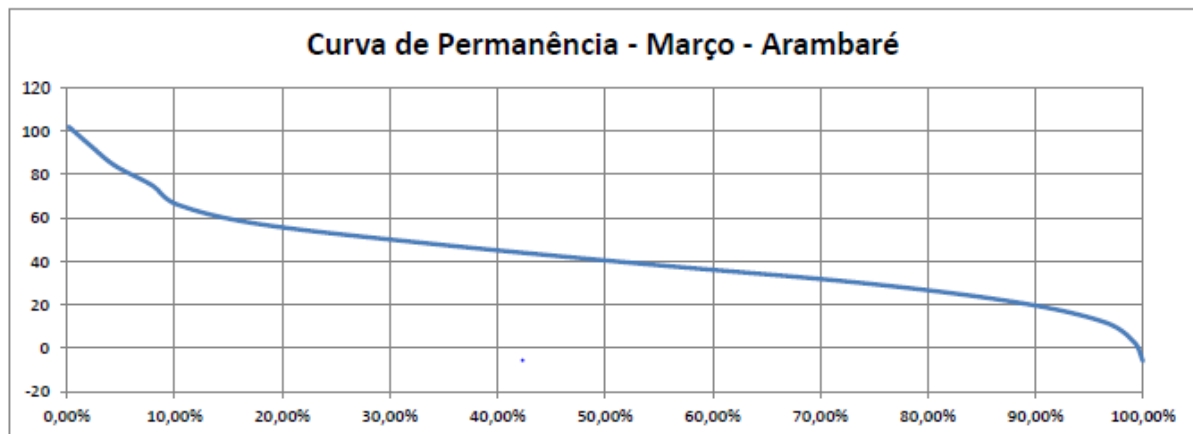
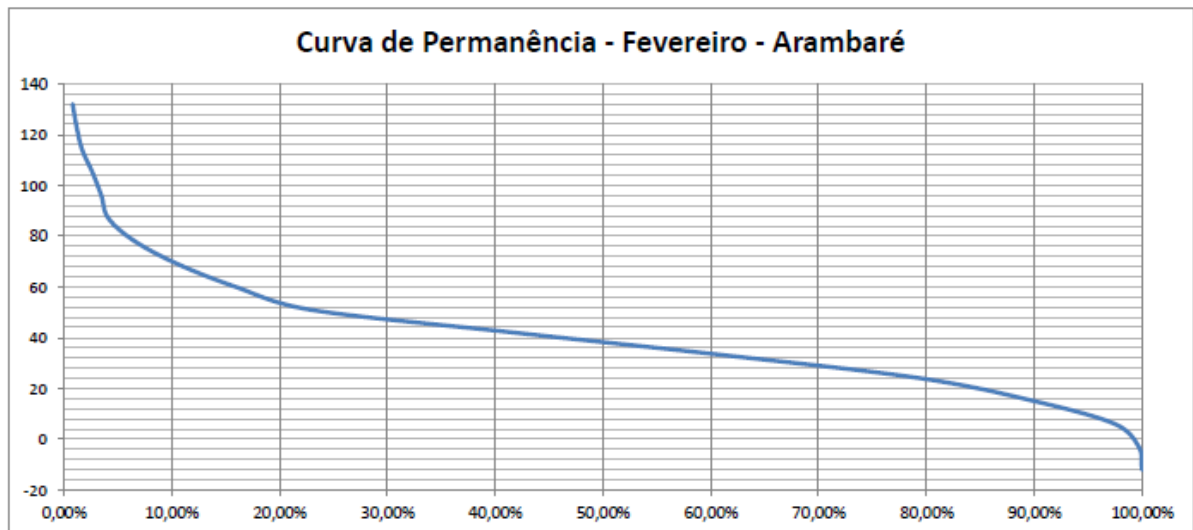
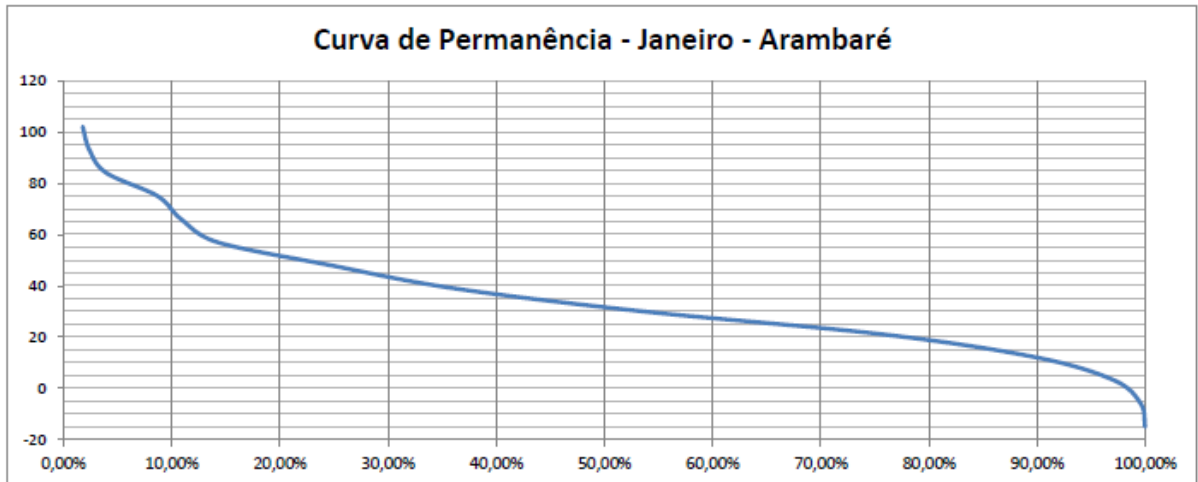


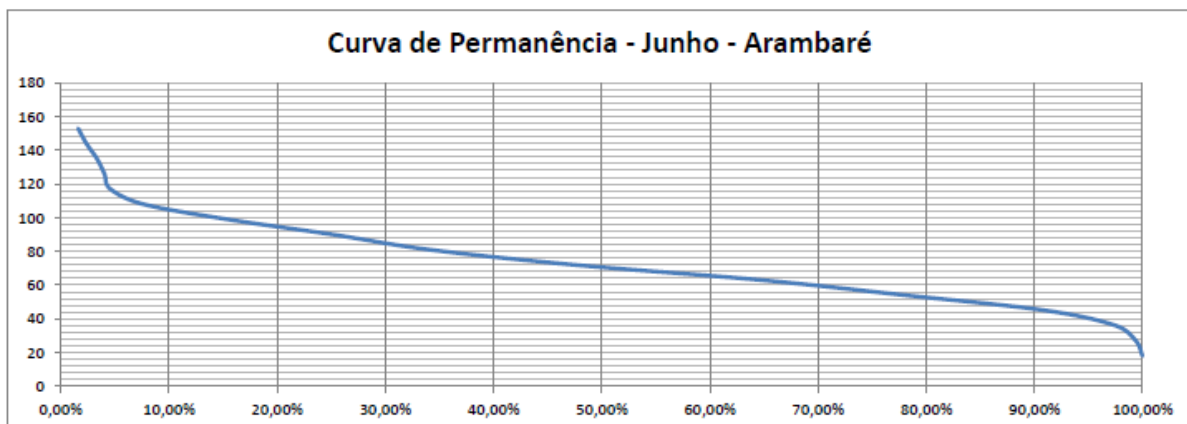
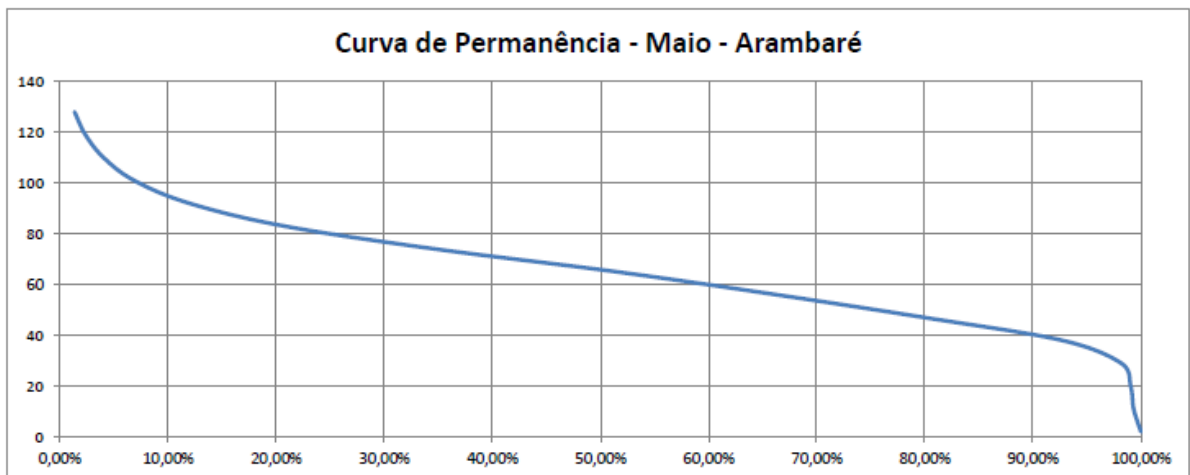
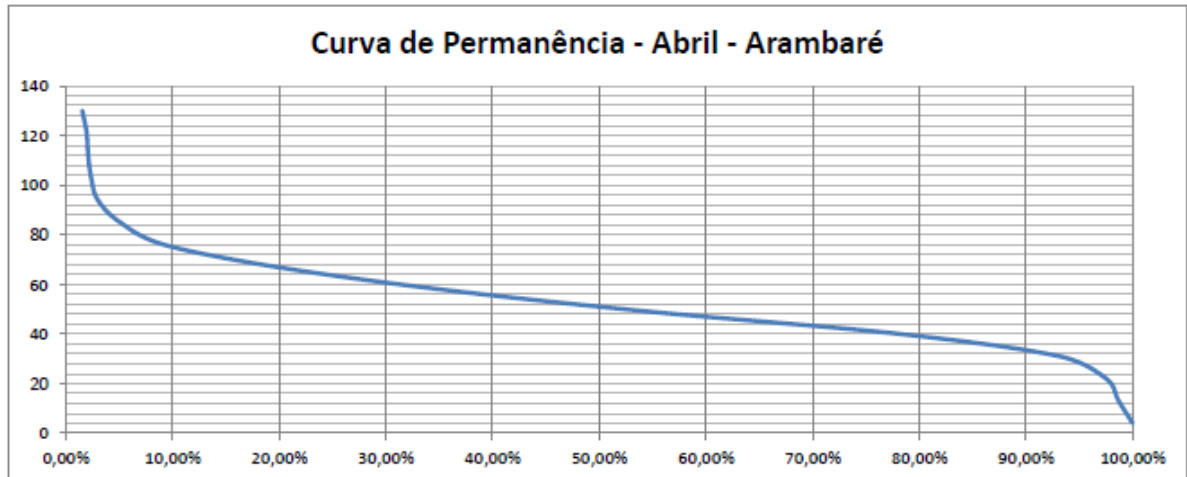


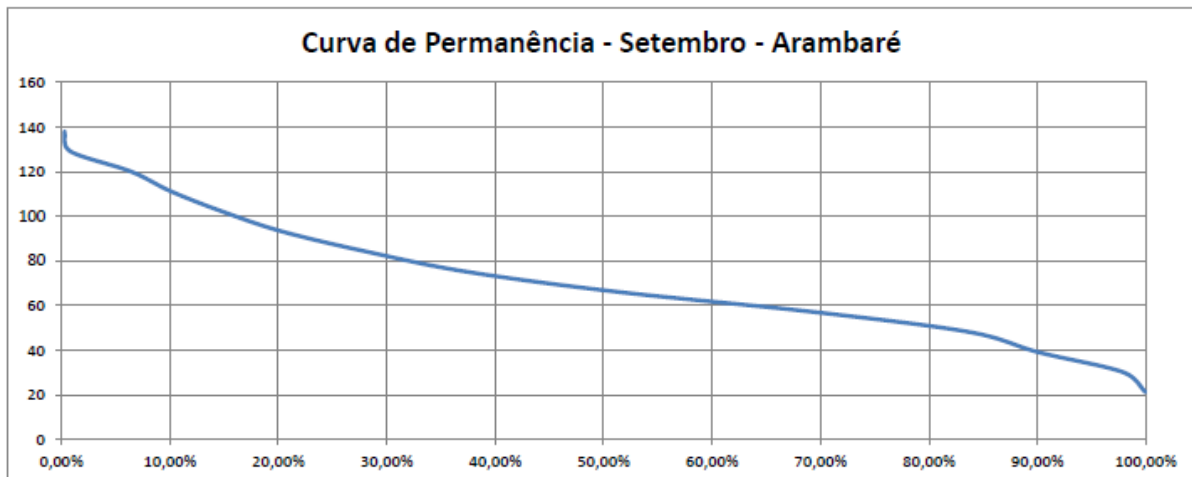
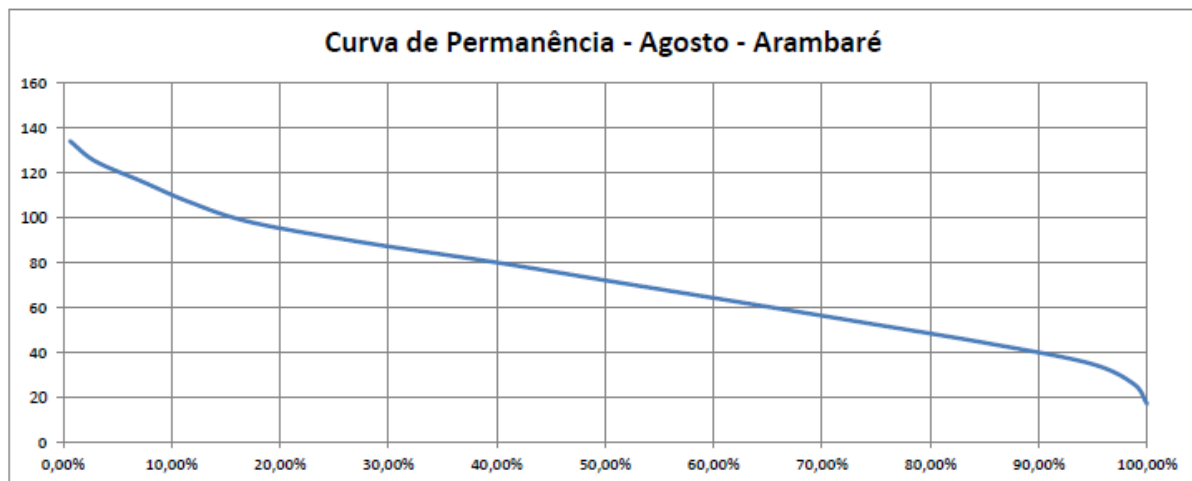
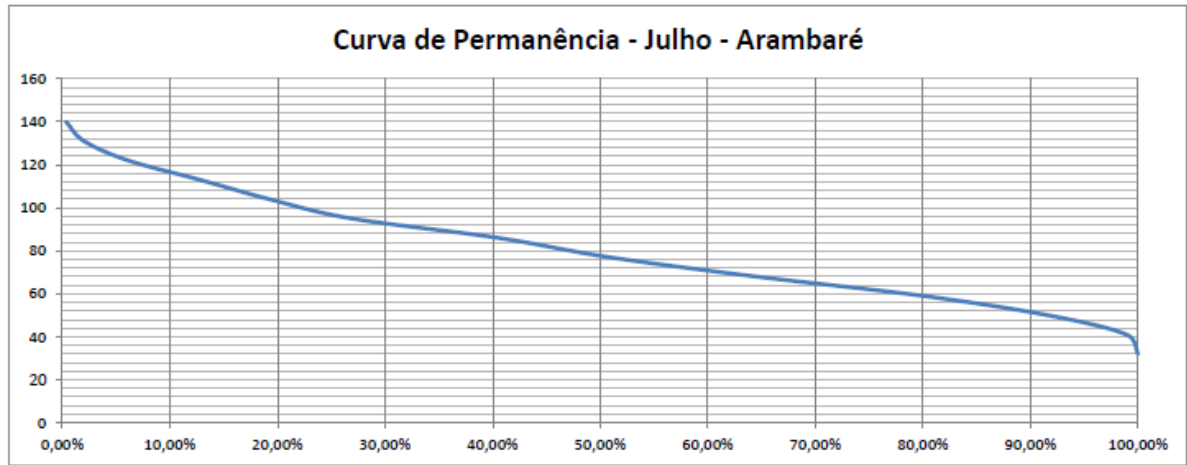


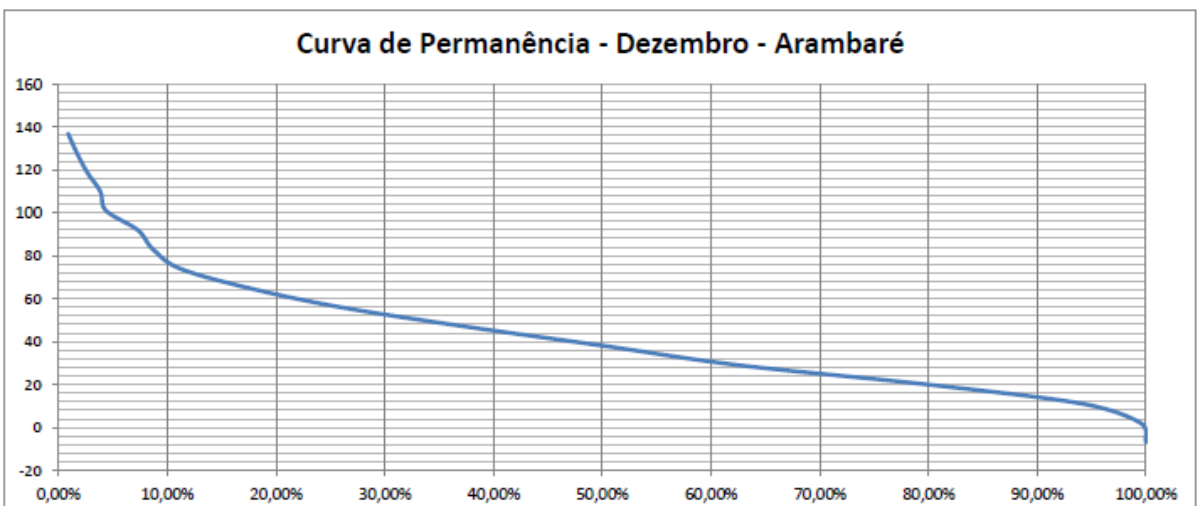
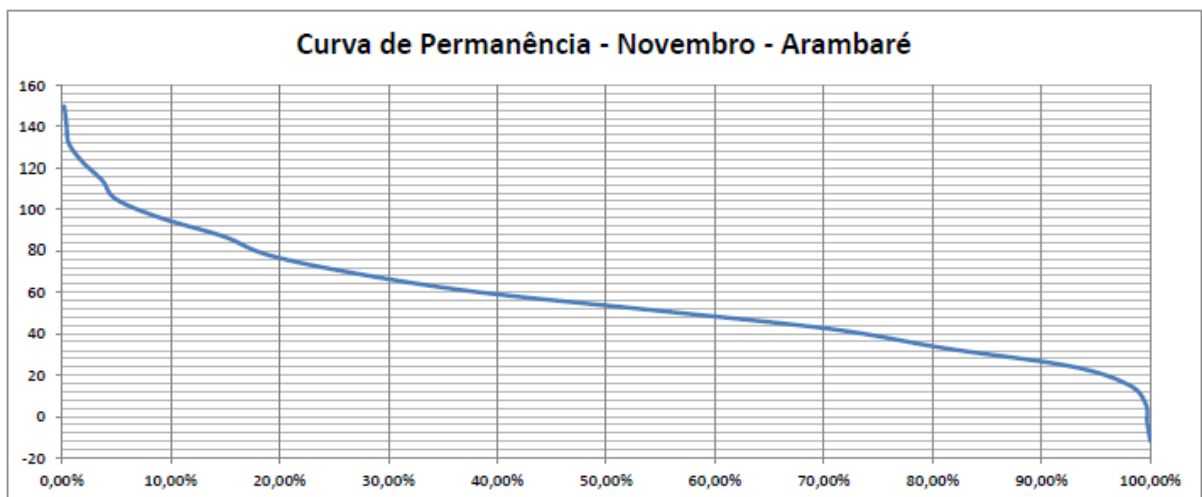
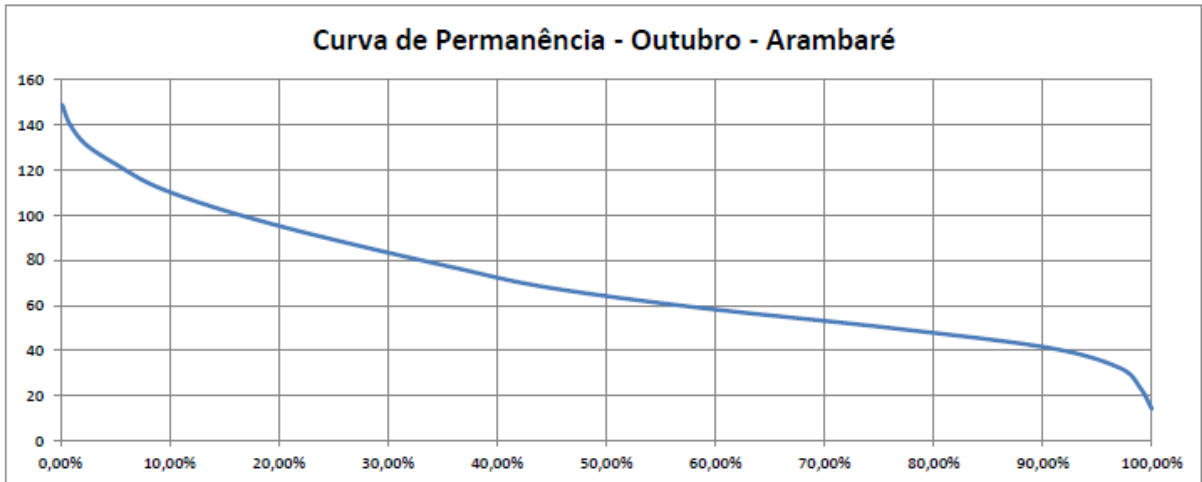


- Estação Pluviométrica de Arambaré



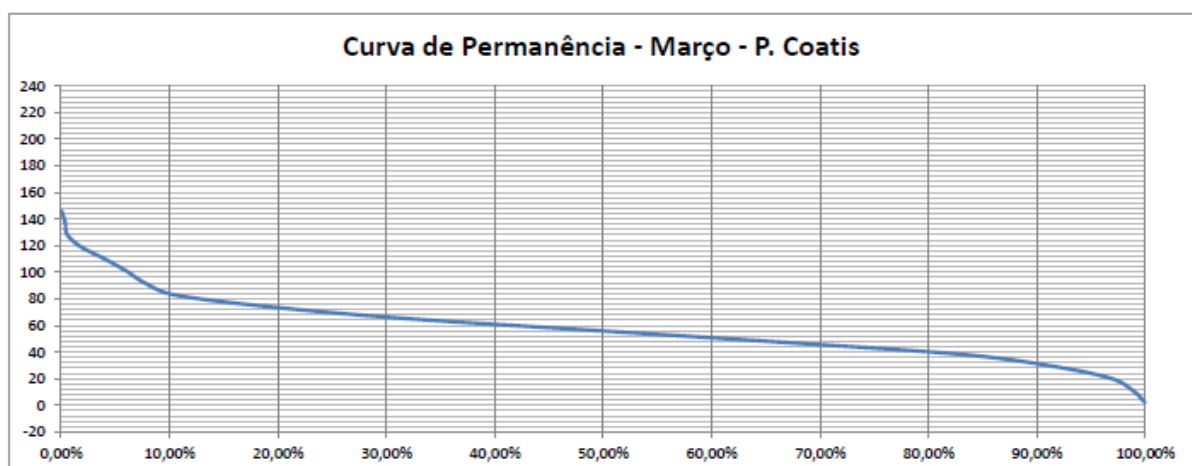
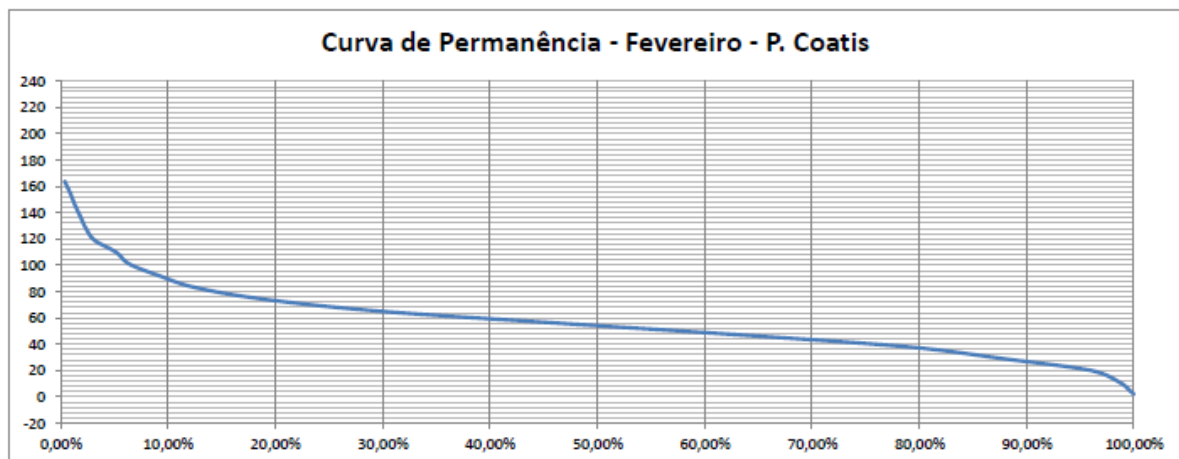
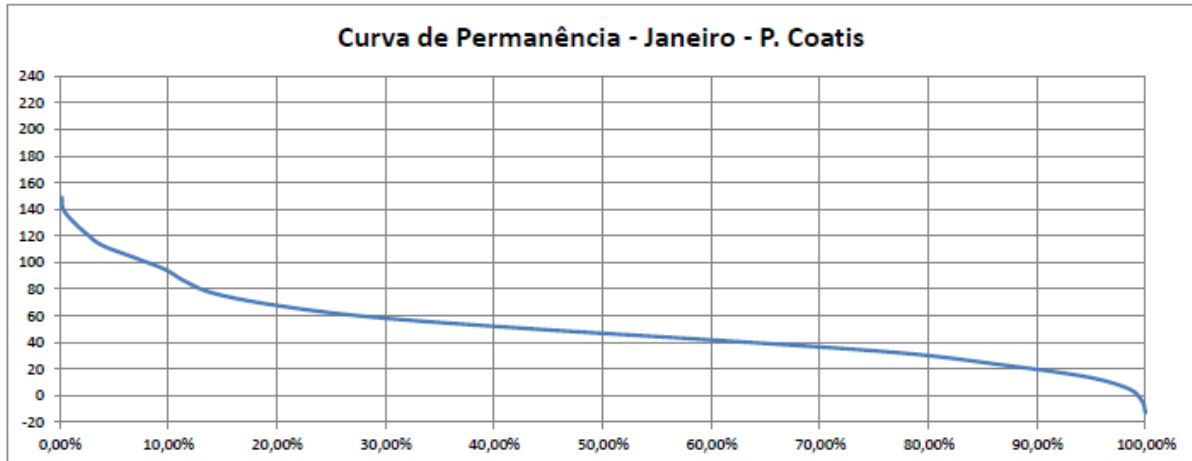


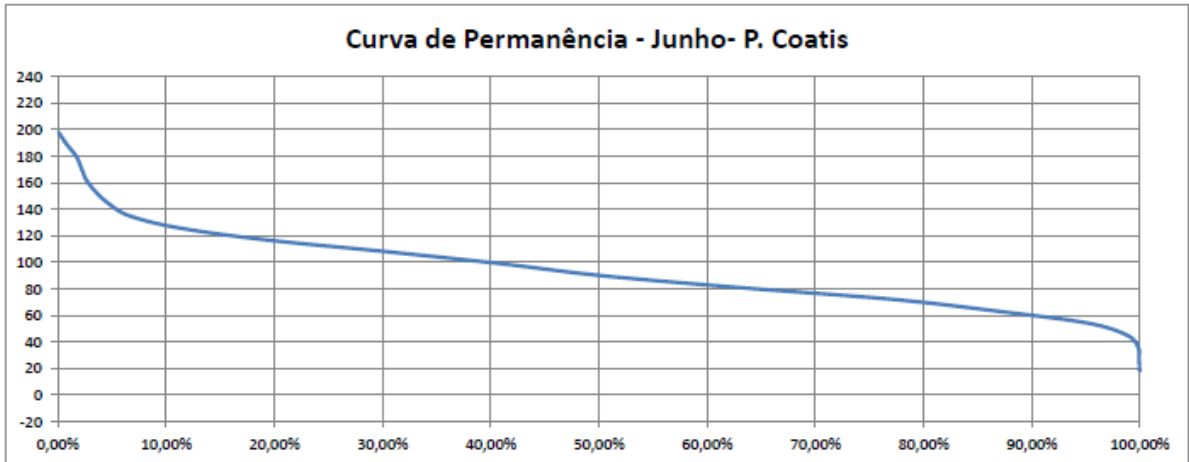
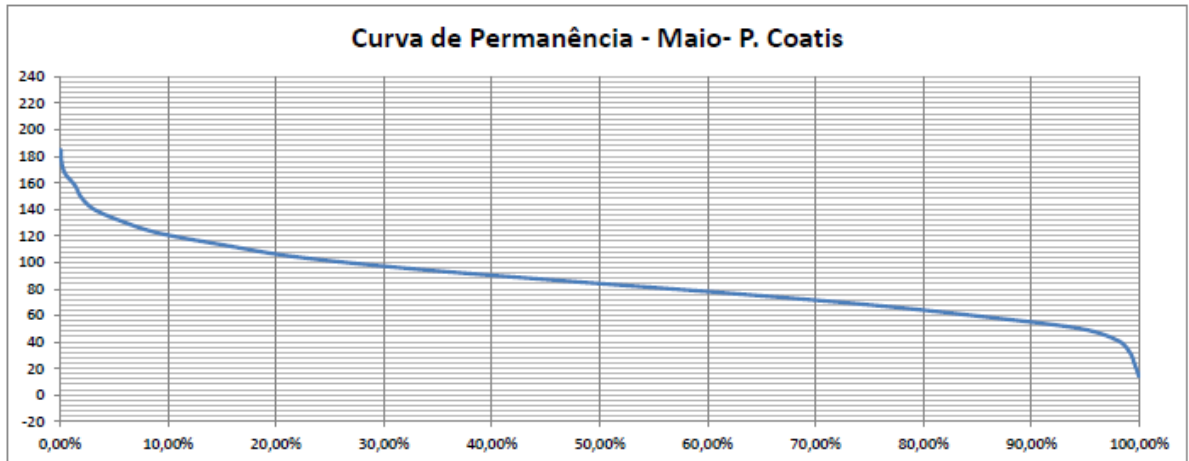
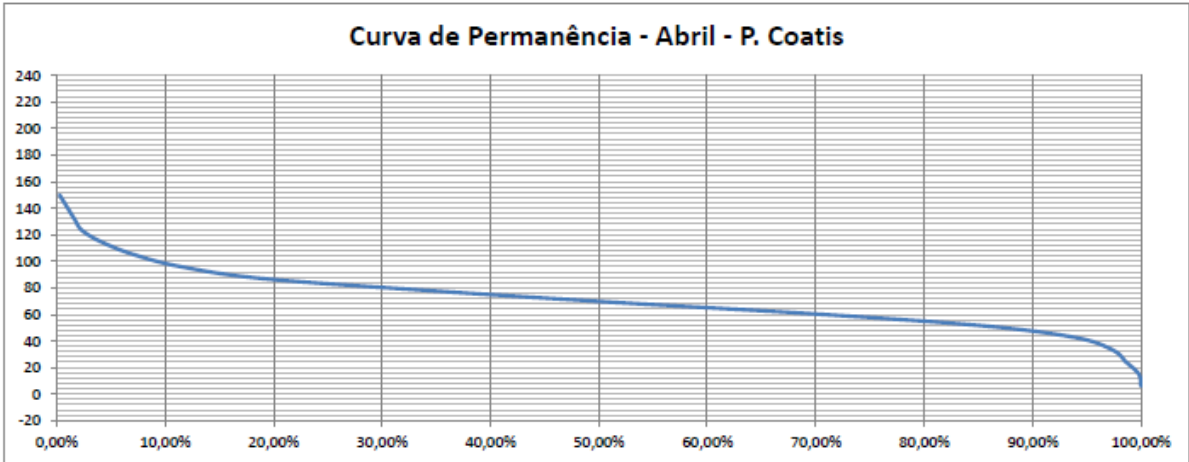


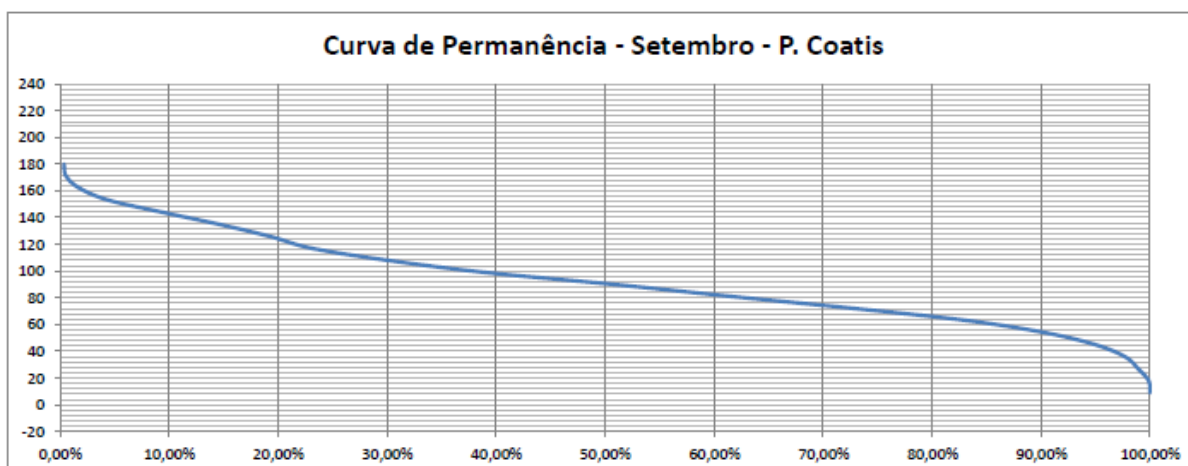
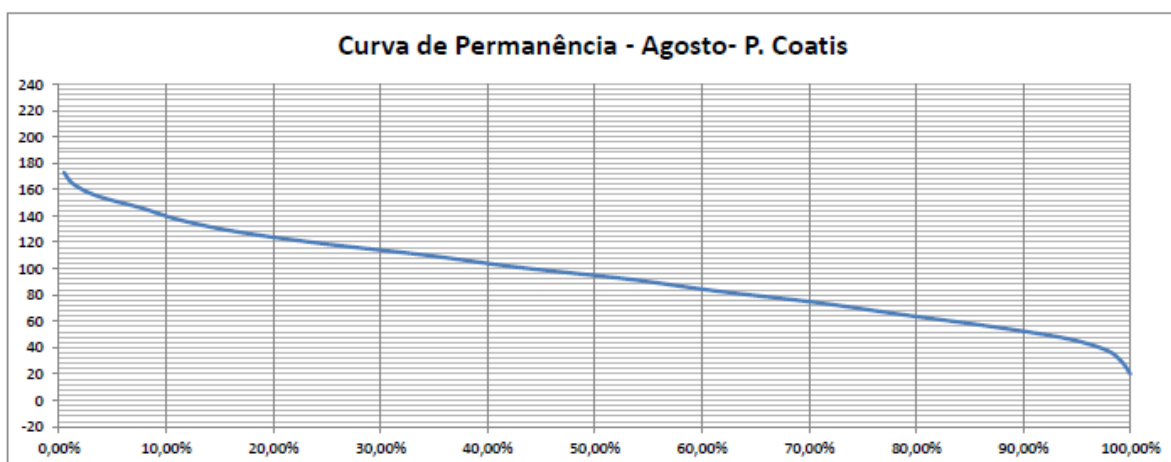
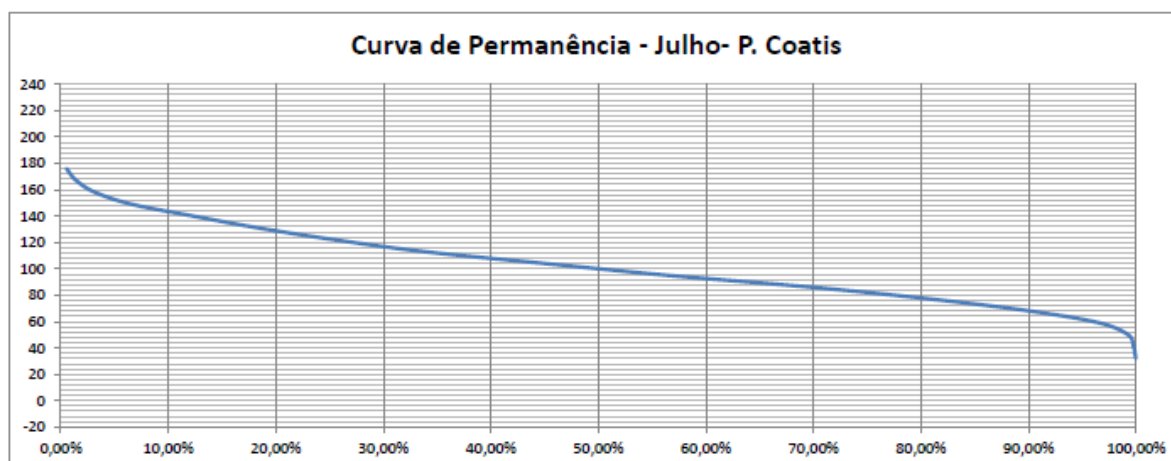


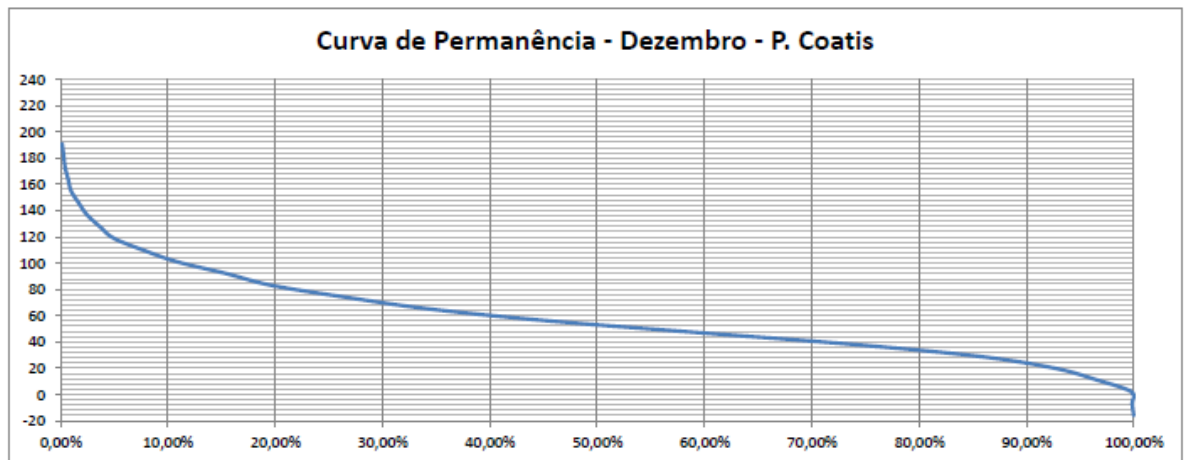
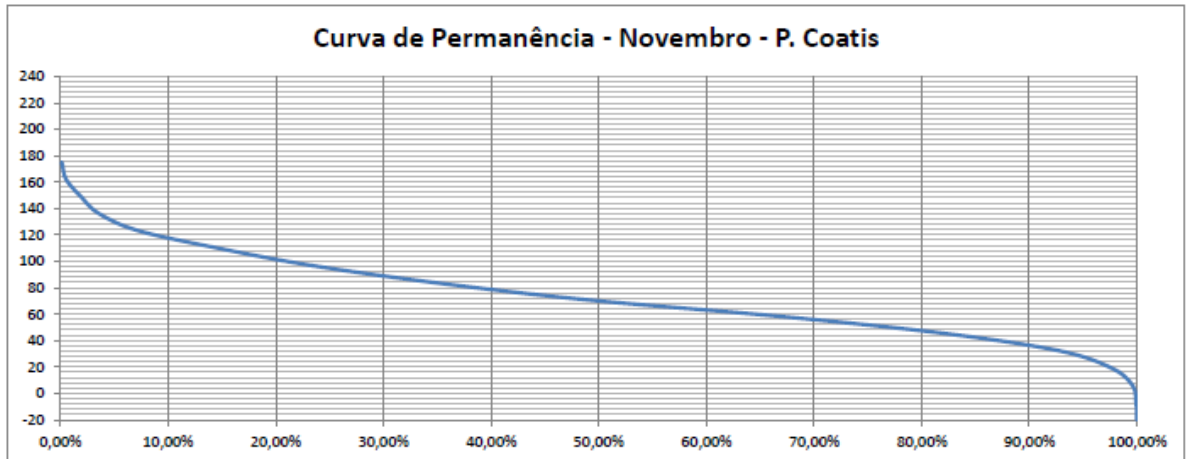
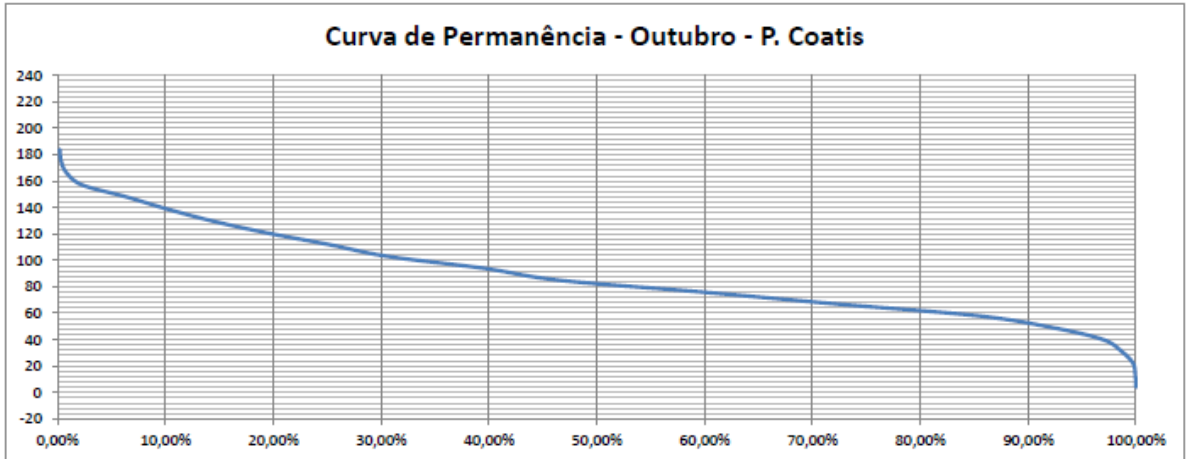
GRÁFICOS DAS CURVAS DE PERMANÊNCIA MENSAL – LAGO GUAÍBA

- Estação Pluviométrica de Ponta do Coatis

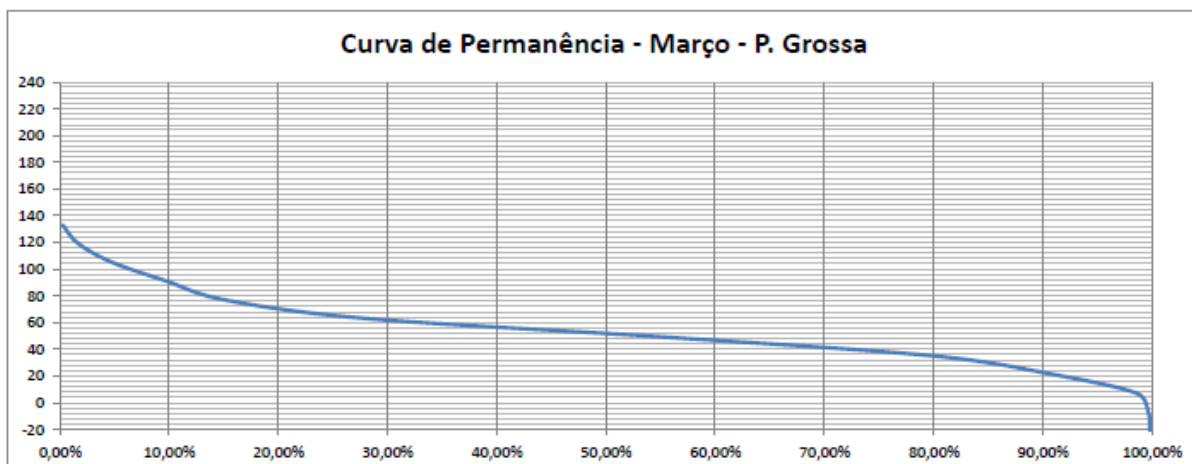
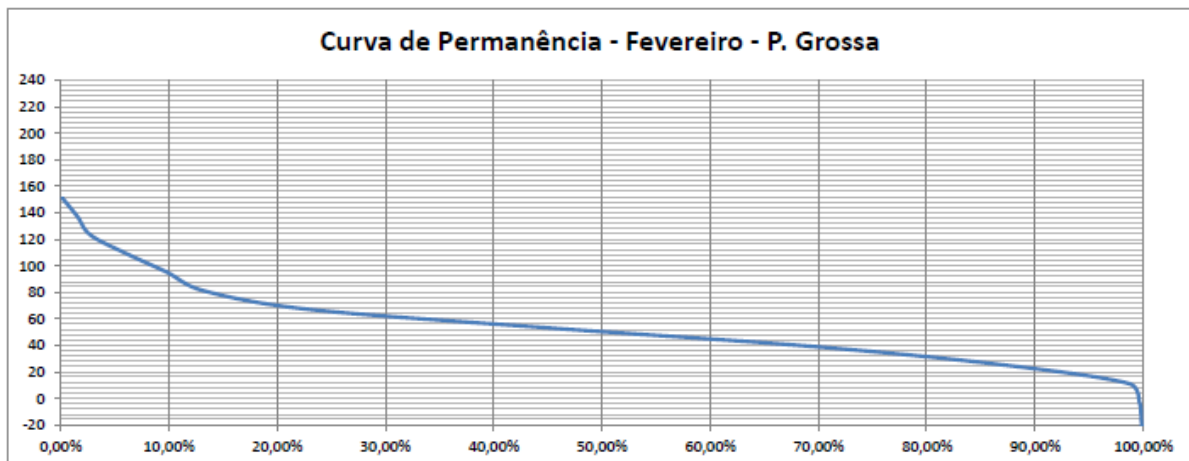
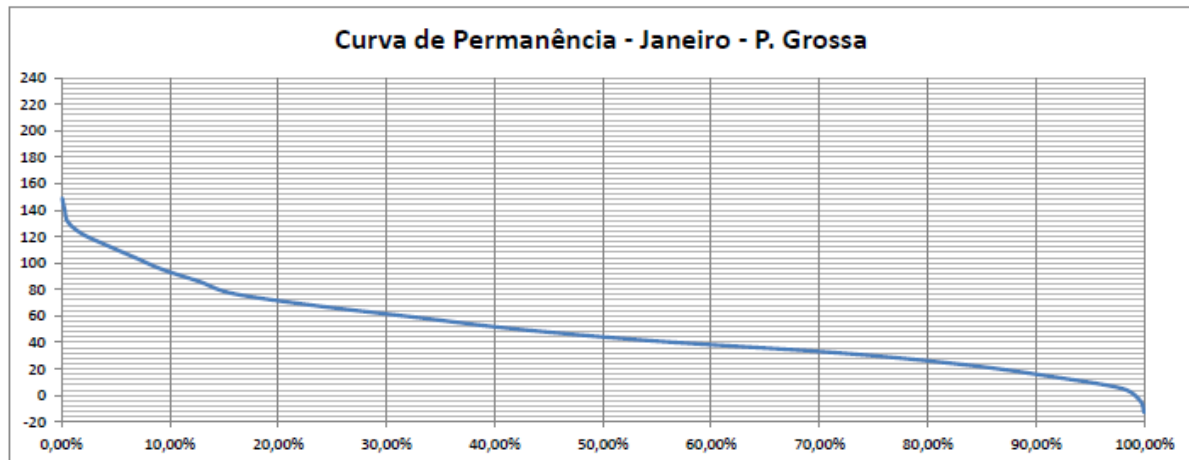


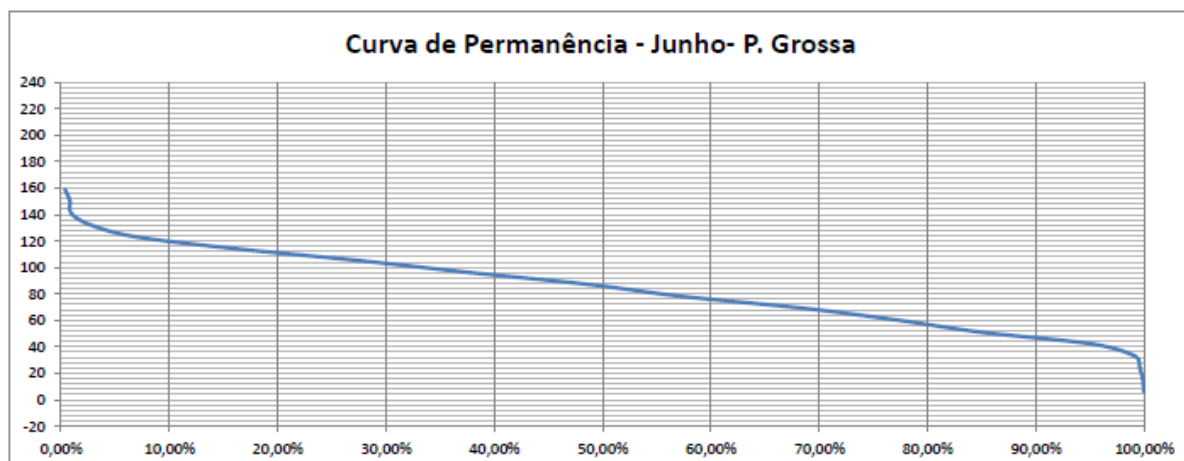
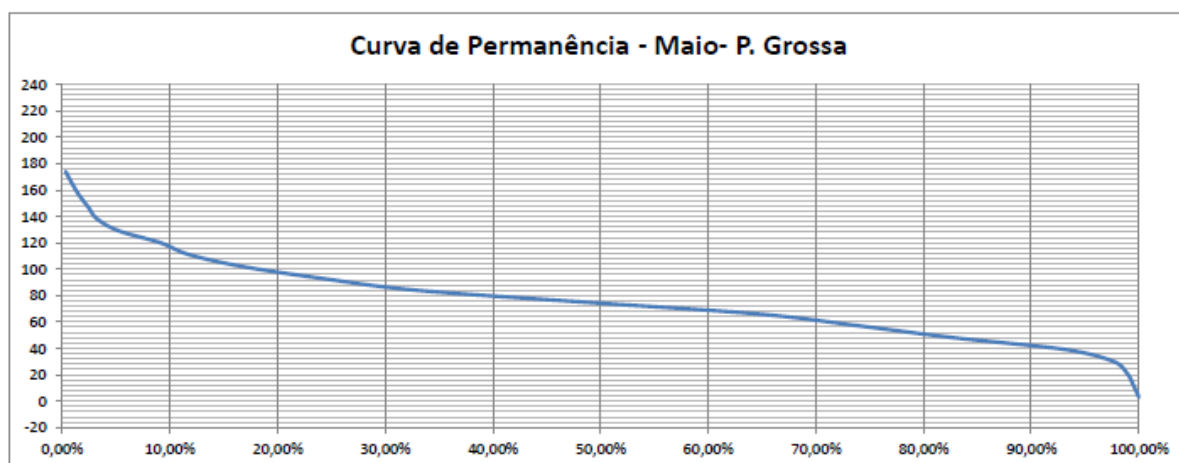
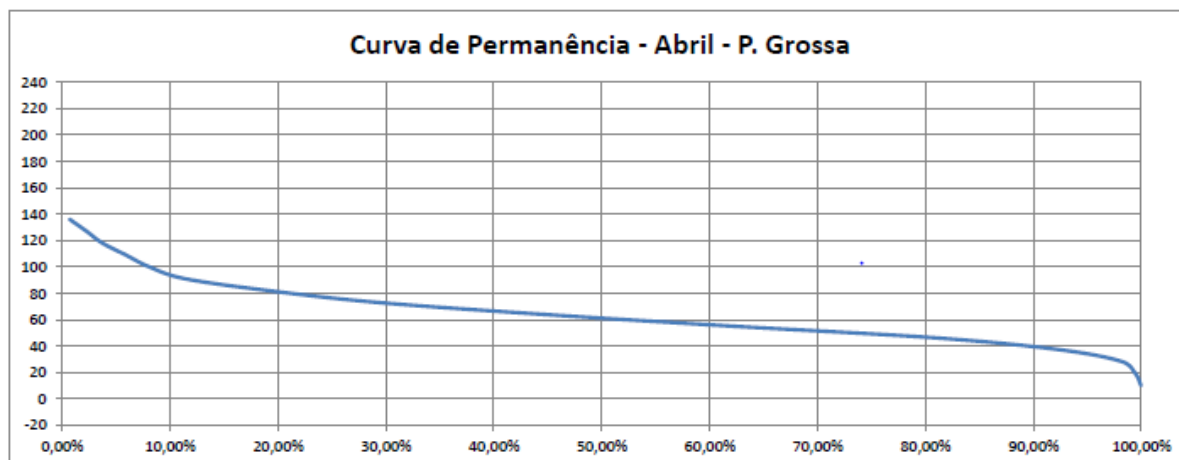


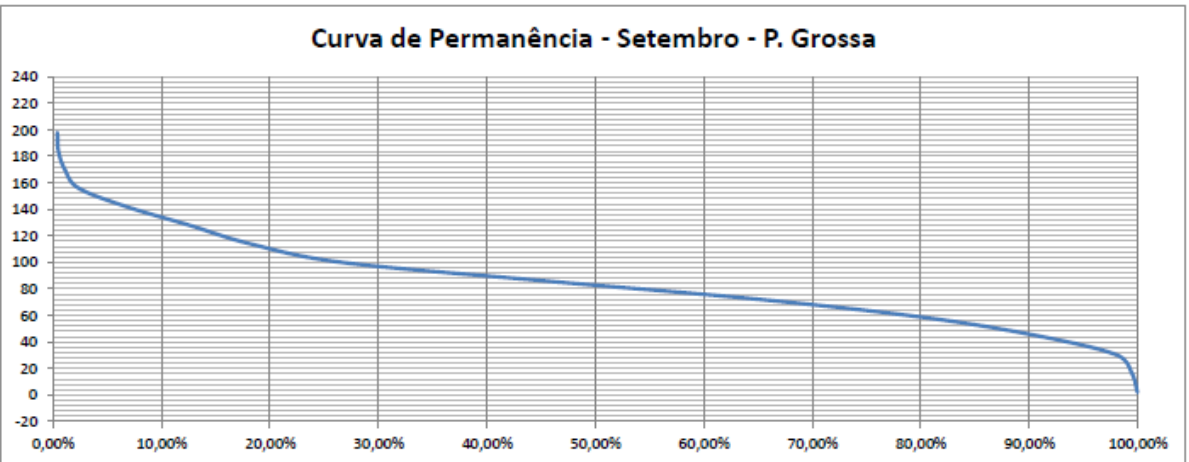
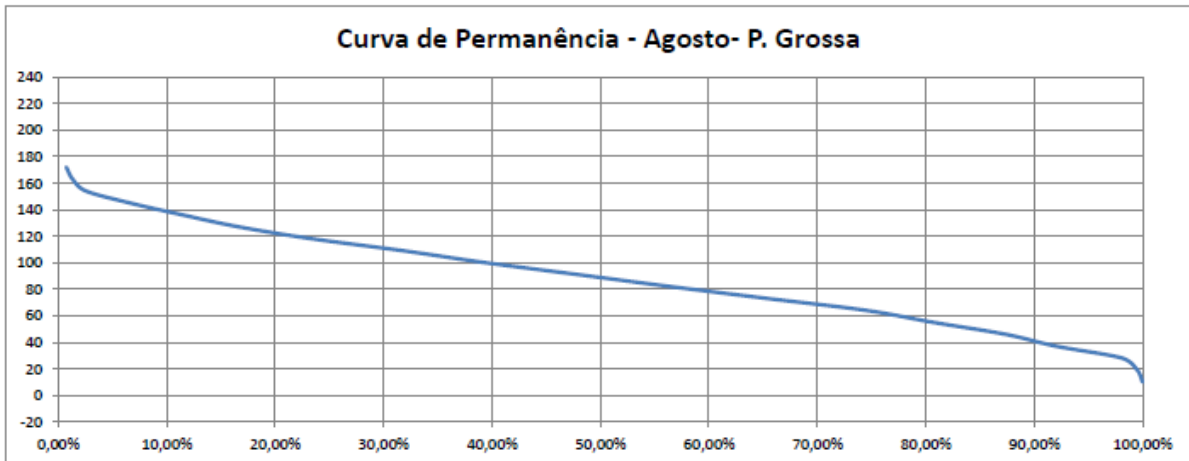
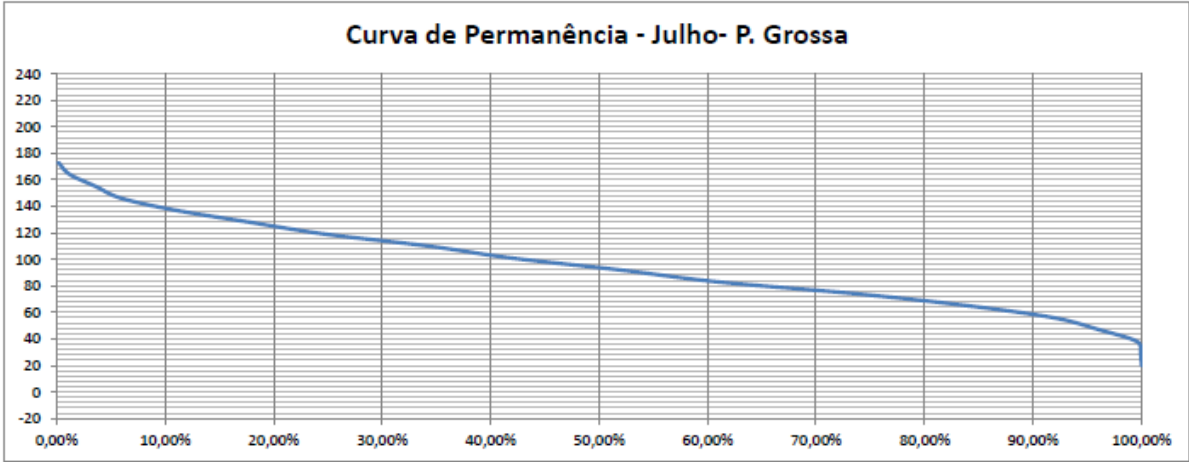


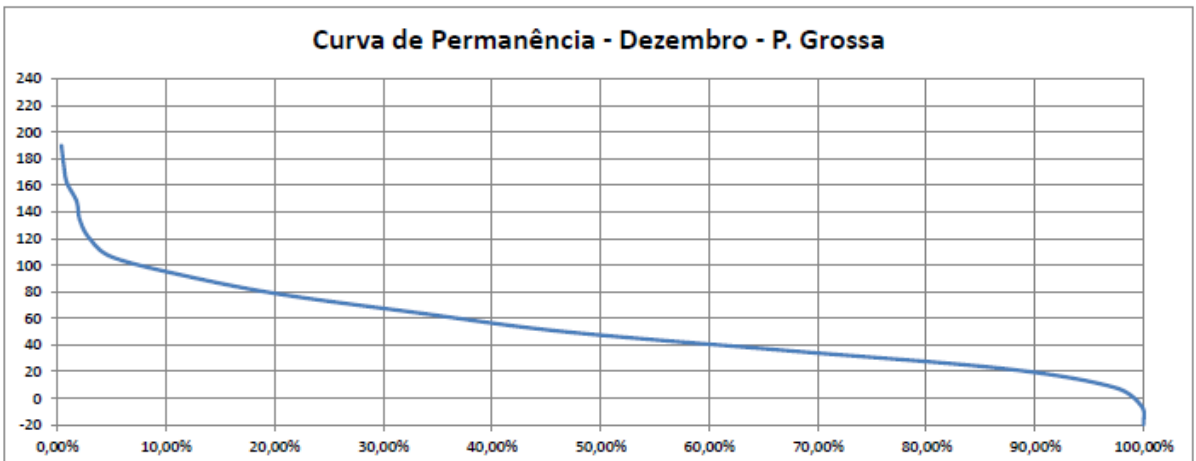
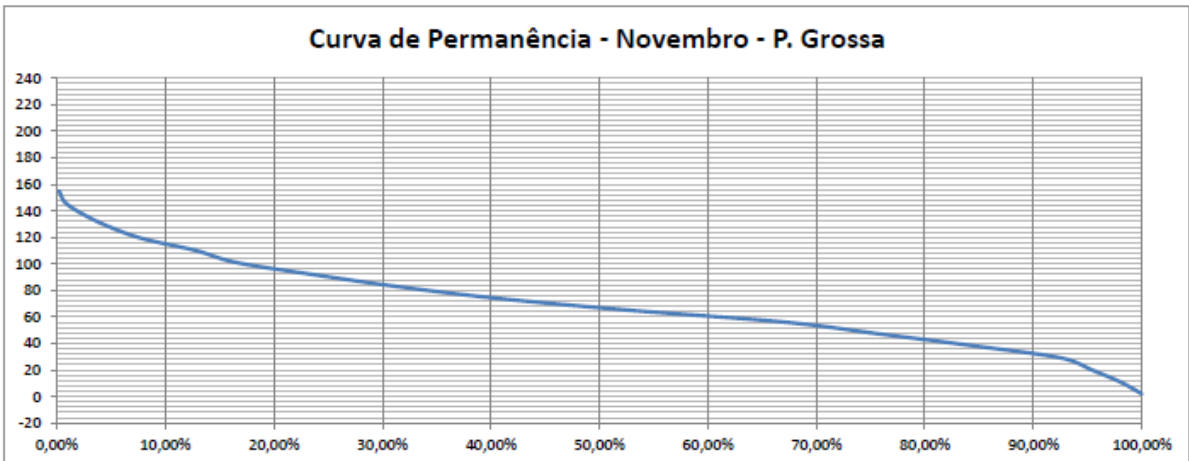
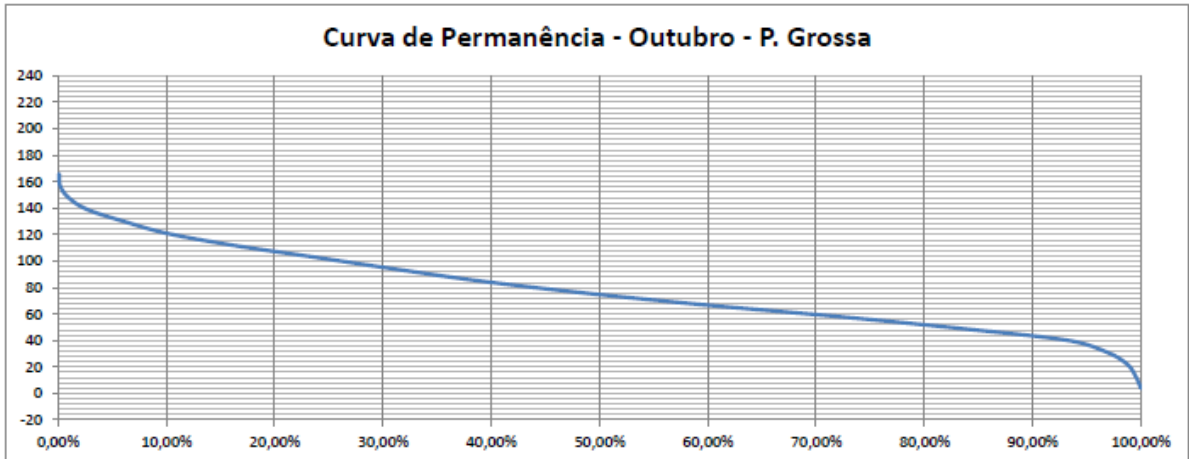


- Estação Pluviométrica de Ponta Grossa

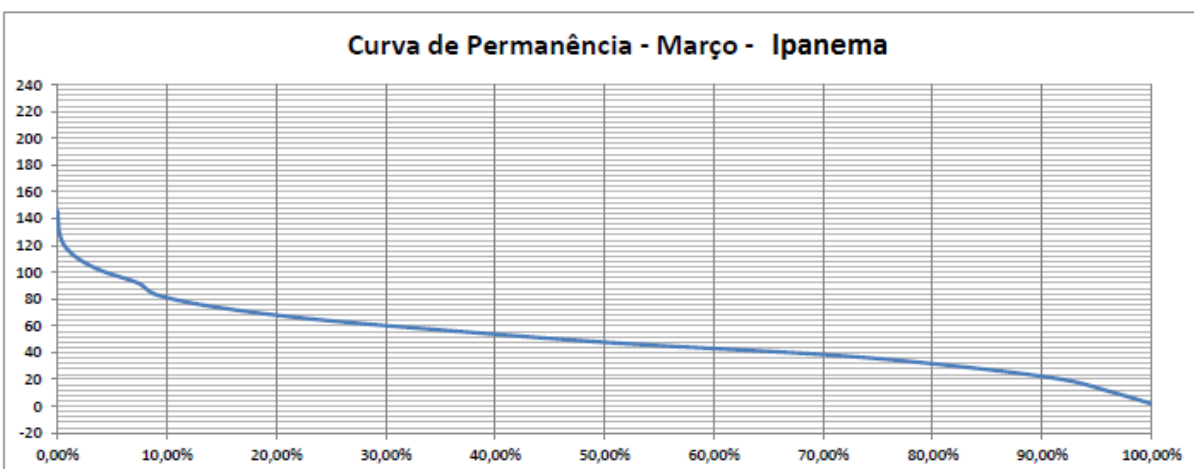
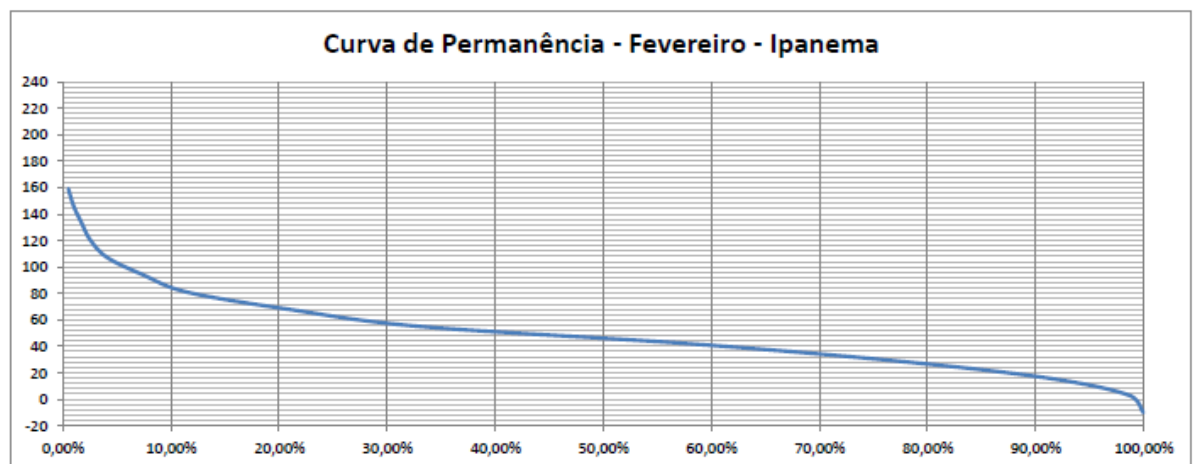
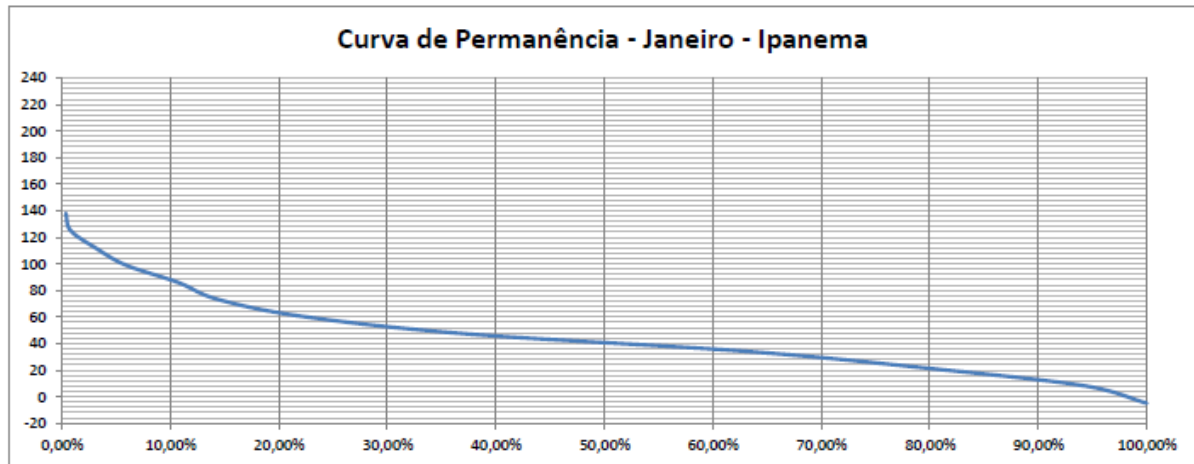


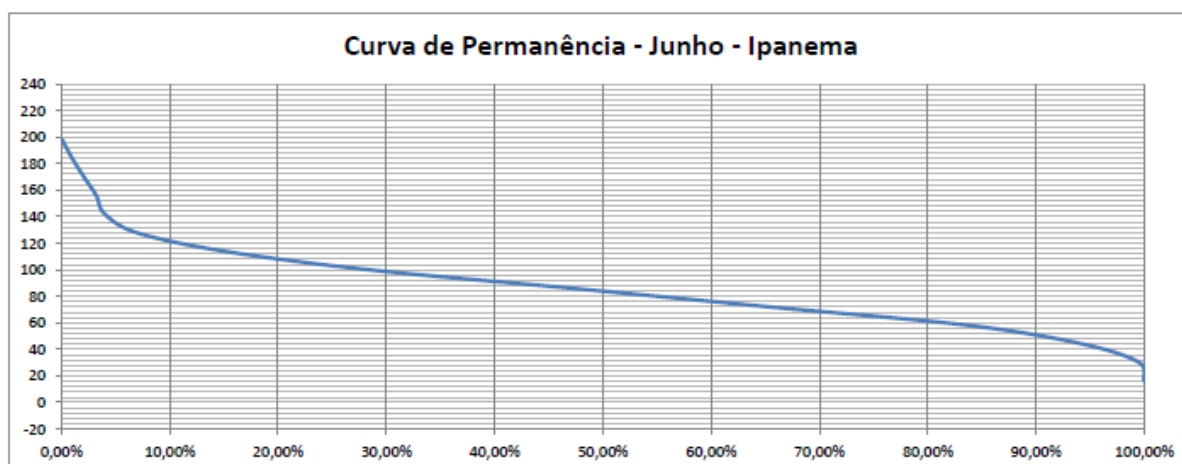
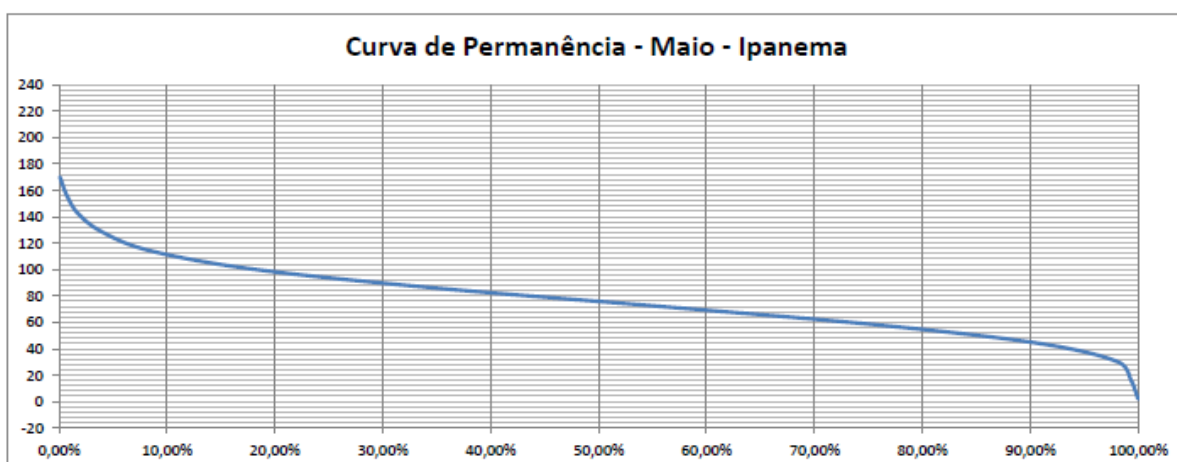
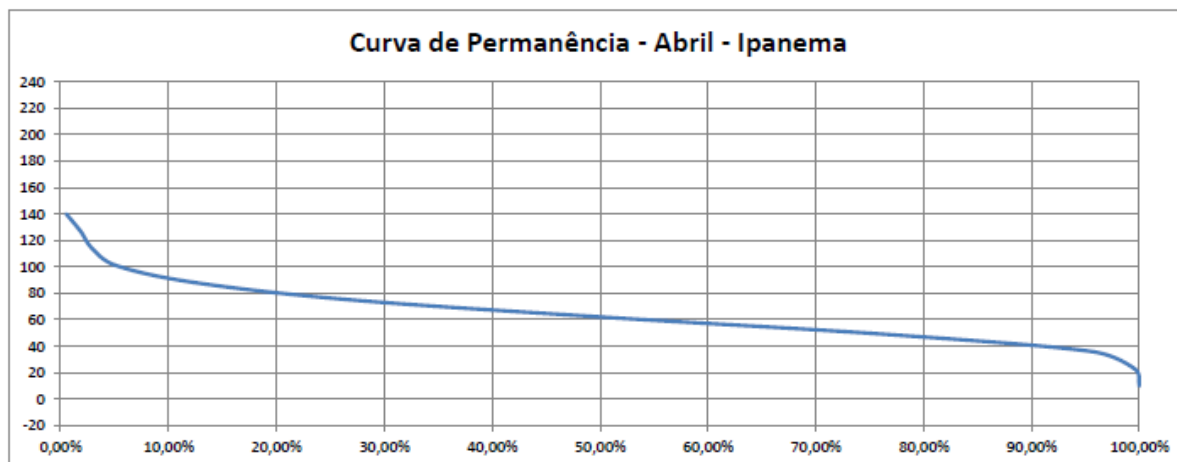


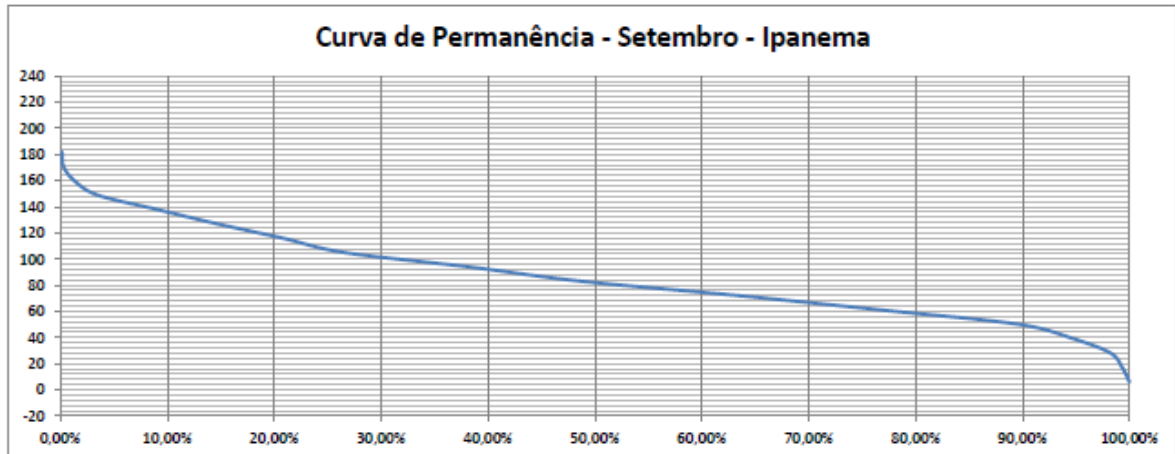
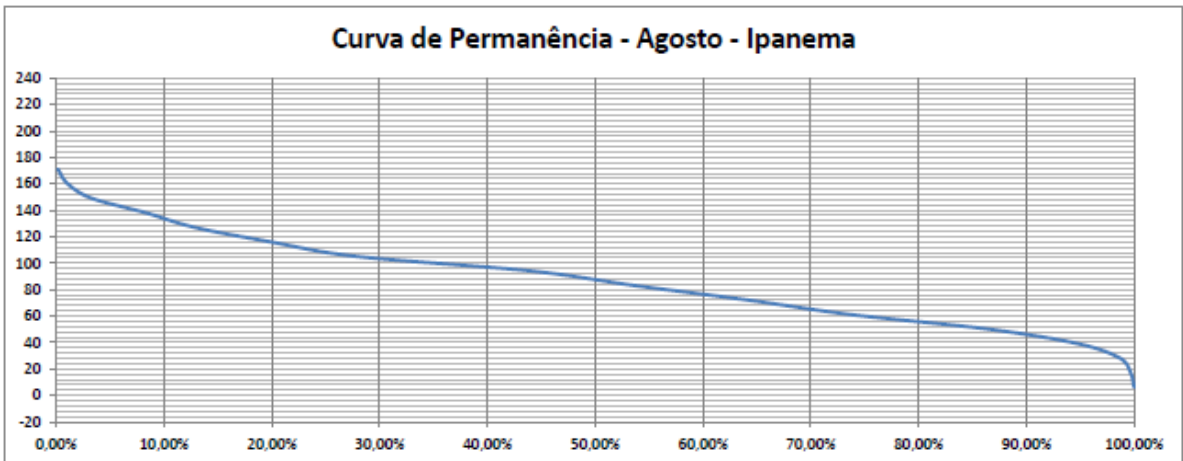
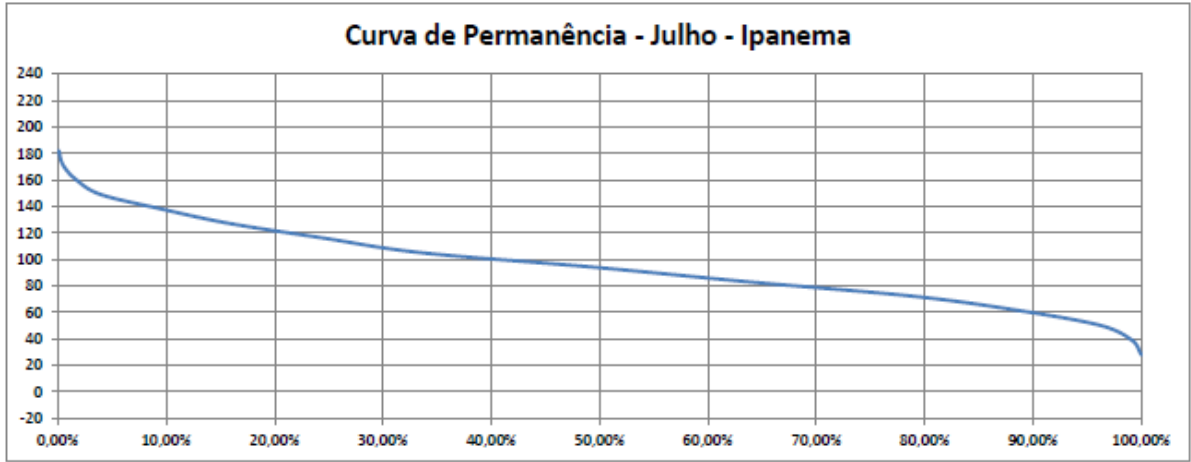


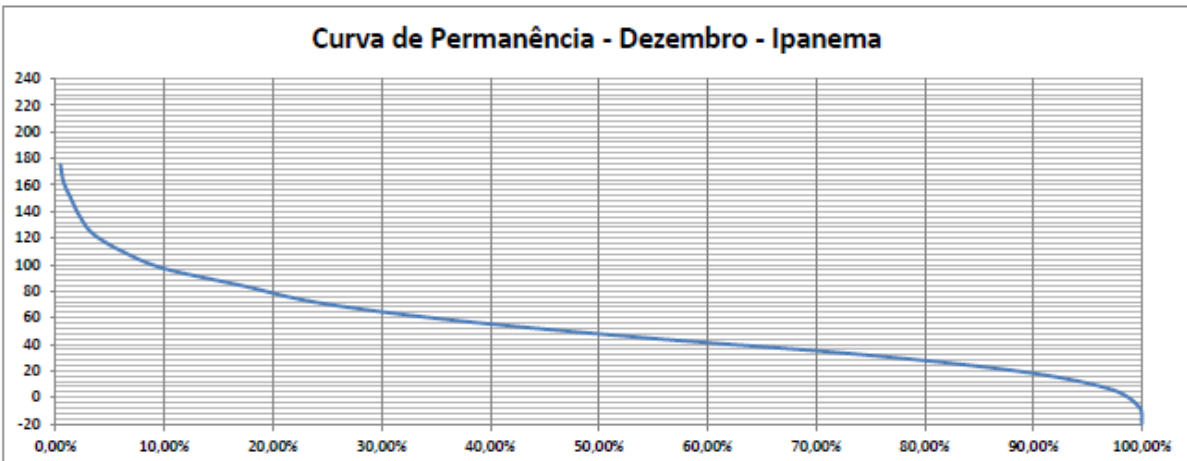
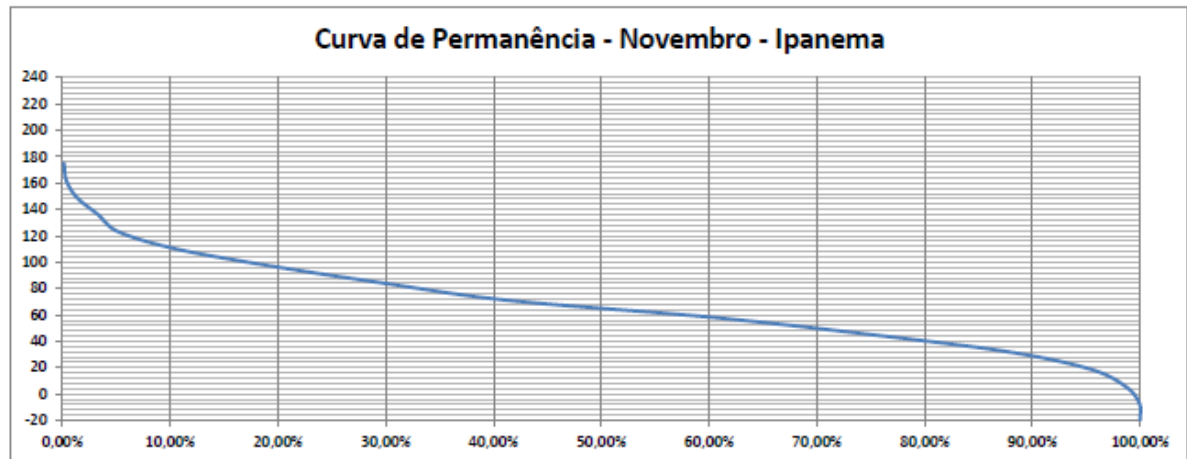
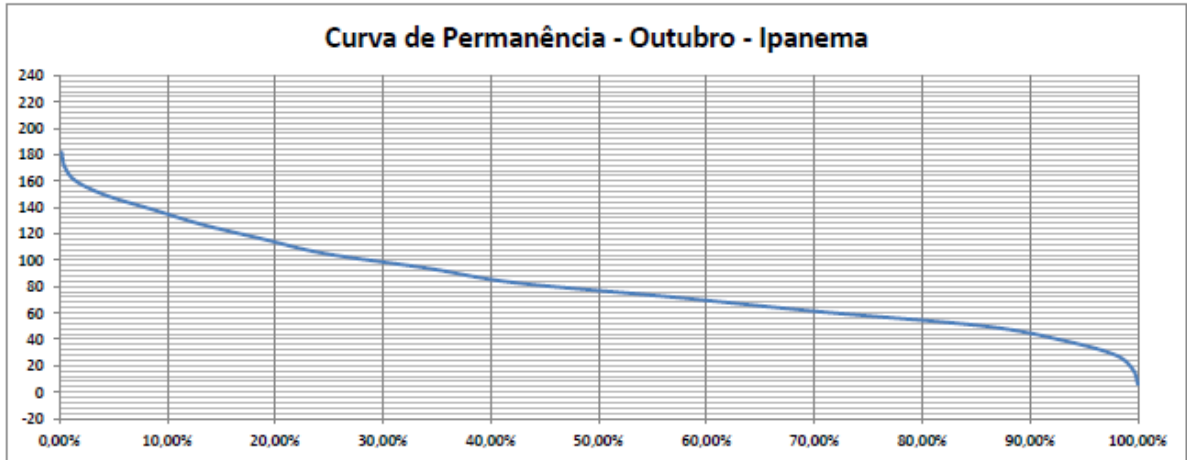


- Estação Pluviométrica de Ipanema

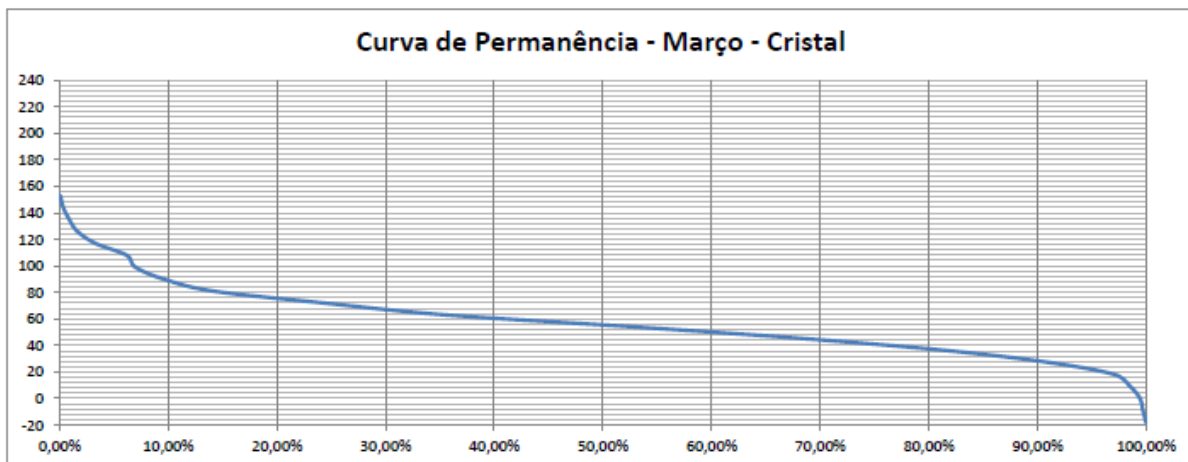
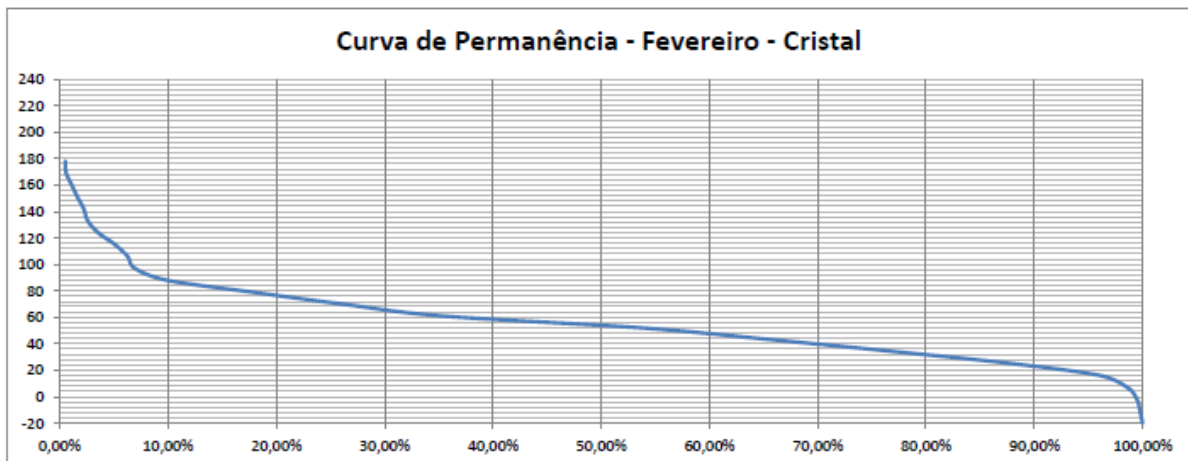
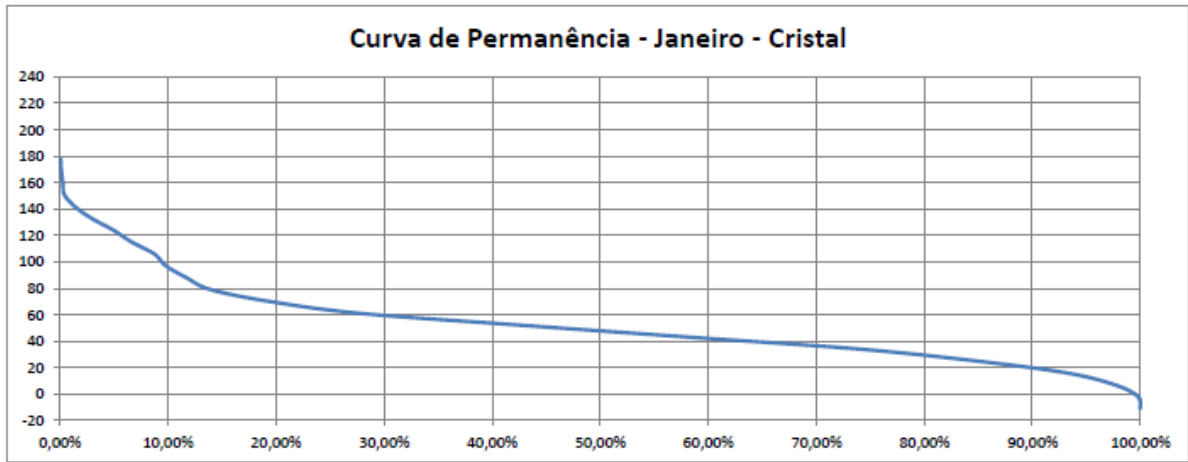


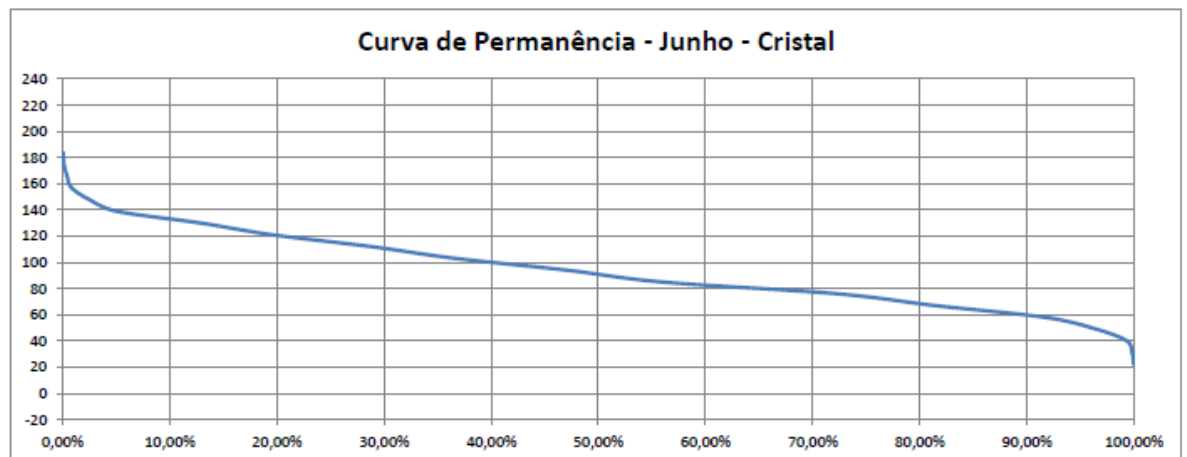
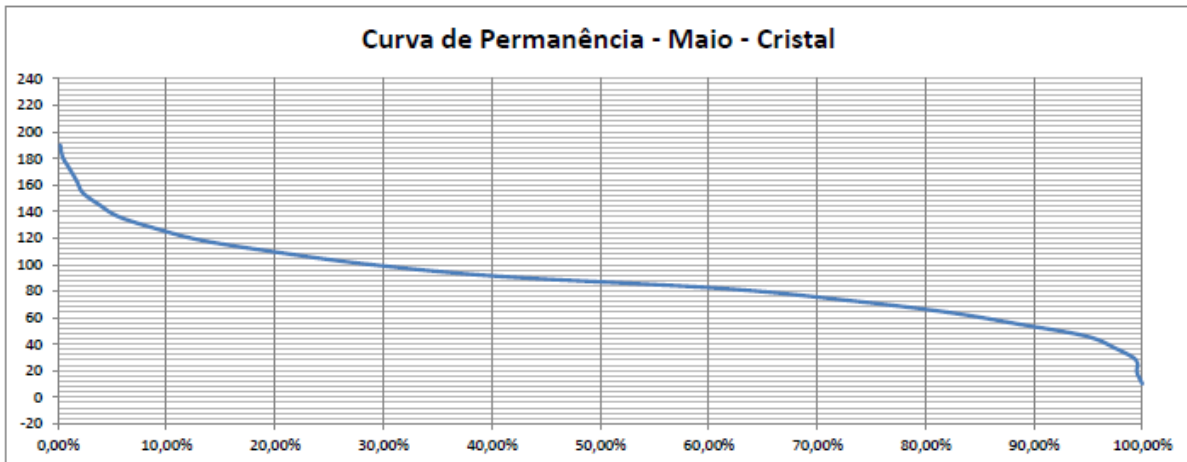
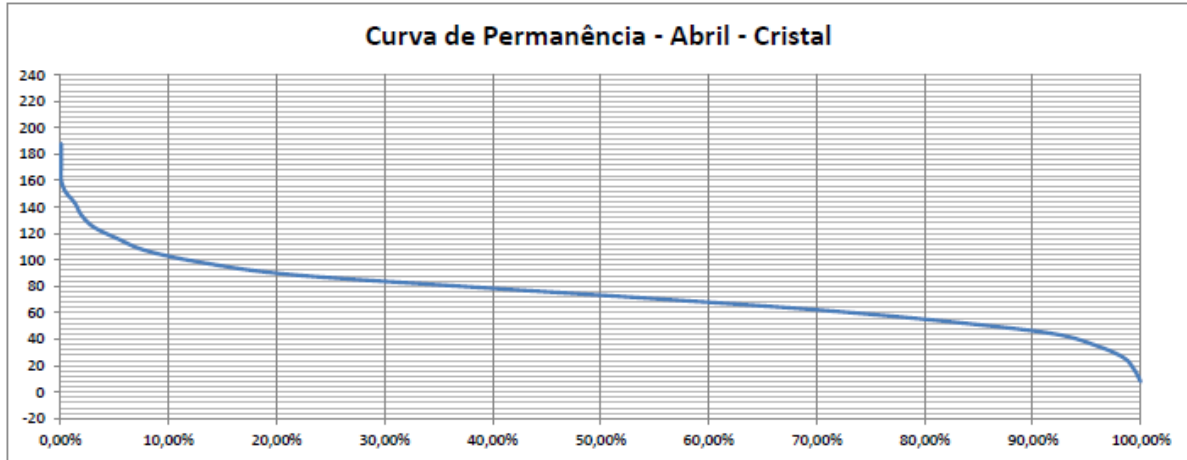


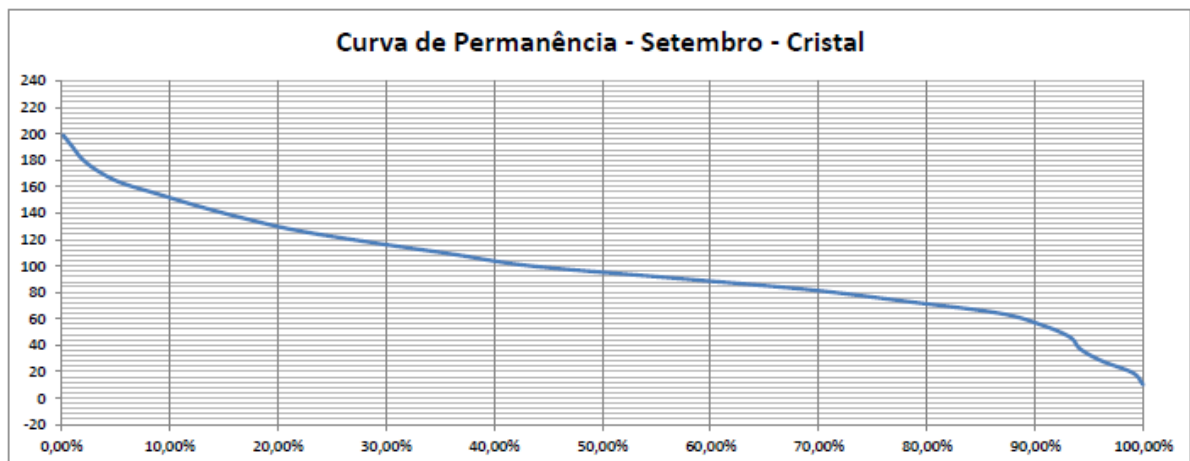
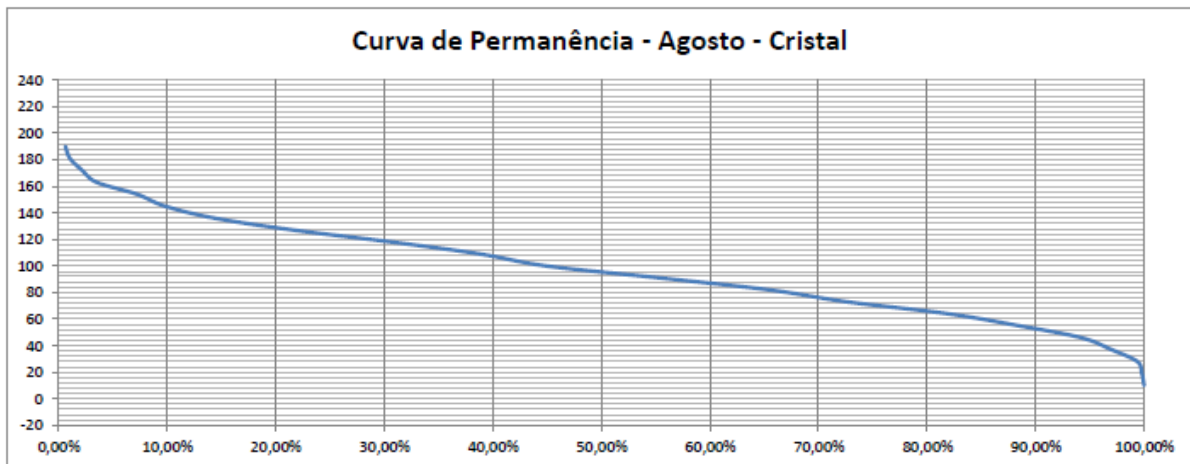
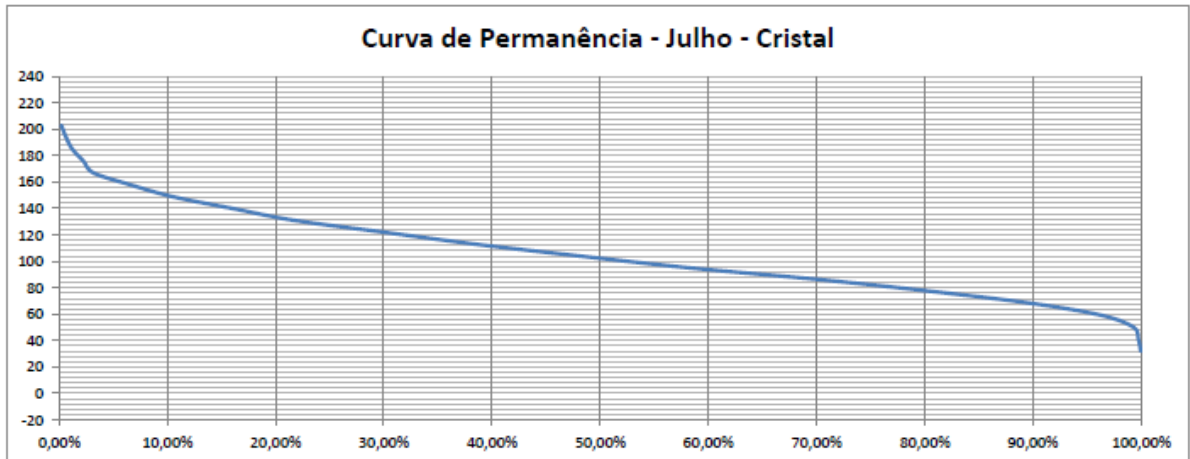


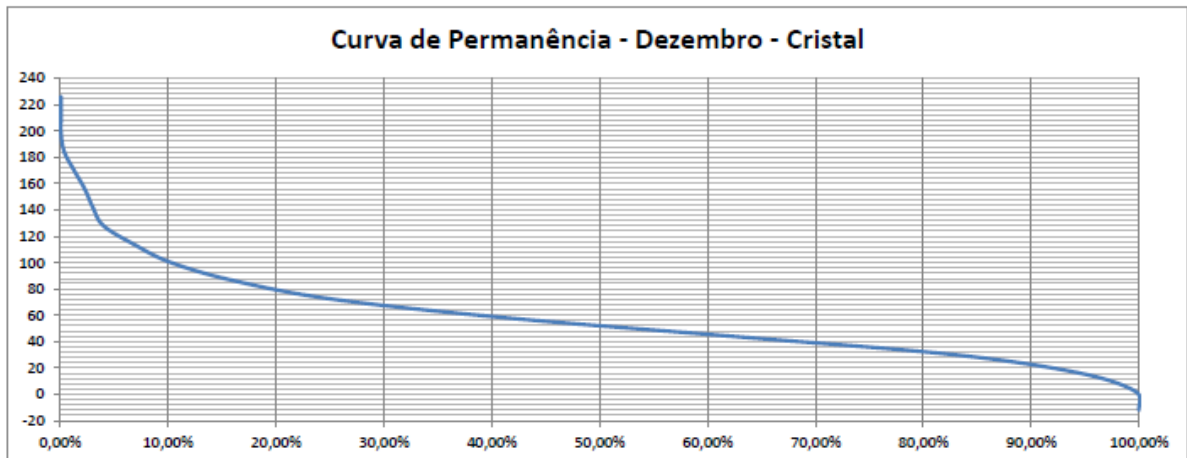
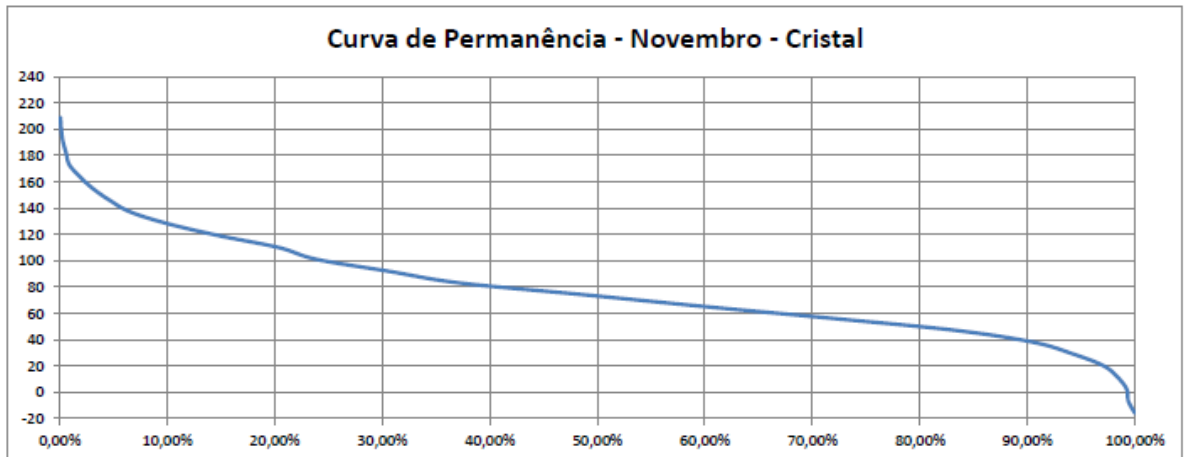
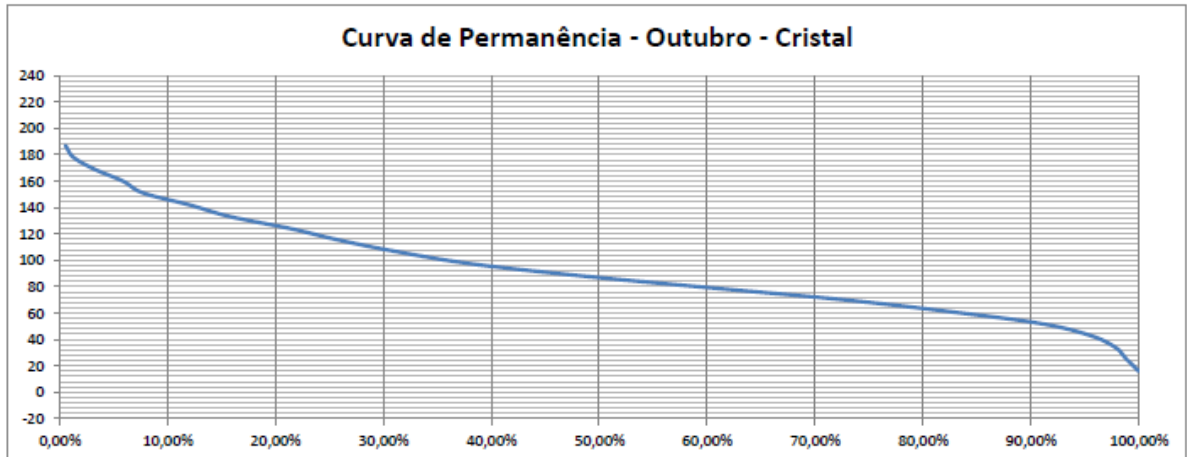


- Estação Pluviométrica de Cristal









- Estação Pluviométrica Ilha da Pintada

