

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA



Fábio Henrique Campos Cruz
Rafael Inocêncio de Andrade Bitencourt

Análise Econômica-Ambiental de Empreendimentos
Viários: Um Estudo Comparativo

Trabalho de Graduação
Ano 2005

Infra-Estrutura

Fábio Henrique Campos Cruz
Rafael Inocência de Andrade Bitencourt

**ANÁLISE ECONÔMICA-AMBIENTAL DE EMPREENDIMENTOS
VIÁRIOS: UM ESTUDO COMPARATIVO**

Orientador
Prof. Dr. Wilson Cabral de Sousa Junior (ITA)

Divisão de Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS
CENTRO TÉCNICO AEROESPACIAL
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

2005

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**Divisão Biblioteca Central do ITA/CTA**

<p>Cruz, Fábio Henrique Campos Análise Econômica-Ambiental de Empreendimentos Viários: Um Estudo Comparativo/ Fábio Henrique Campos Cruz. São José dos Campos, 2005. 91f.</p> <p>Trabalho de Graduação – Divisão de Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2005. Orientador: Prof. Dr. Wilson Cabral de Sousa Junior</p> <p>1. Análise econômica. 2. Efeitos ambientais 3. Transporte de carga. I. Bitencourt, Rafael Inocência de Andrade. II. Centro Técnico Aeroespacial. Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Divisão de Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica. III. Título</p>
--

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

CRUZ, Fábio Henrique Campos; BITENCOURT, Rafael Inocência de Andrade. **Análise Econômica-Ambiental de Empreendimentos Viários: Um Estudo Comparativo**. 2005. 91f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Fábio Henrique Campos Cruz, Rafael Inocência de Andrade Bitencourt

TÍTULO DO TRABALHO: Análise Econômica-Ambiental de Empreendimentos Viários: Um Estudo Comparativo

TIPO DO TRABALHO/ANO: Graduação / 2005

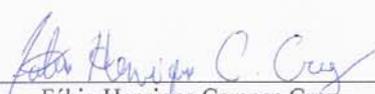
É concedida ao Instituto Tecnológico de Aeronáutica permissão para reproduzir cópias deste trabalho de graduação e para emprestar ou vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de graduação pode ser reproduzida sem a autorização do autor.

Fábio Henrique Campos Cruz
 Bitencourt
 Rua Itanhomi nº 219 - Bosque
 12223-530 - São José dos Campos – SP

Rafael Inocência de Andrade
 João Carlos de Oliveira, 51 – Urbanova
 12244-370 – São José dos Campos – SP

**ANÁLISE ECONÔMICA-AMBIENTAL DE EMPREENDIMENTOS VIÁRIOS: UM
ESTUDO COMPARATIVO**

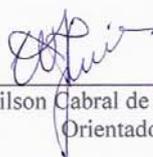
Essa publicação foi aceita como Relatório Final de Trabalho de Graduação



Fábio Henrique Campos Cruz
Autor



Rafael Inocêncio de Andrade Bitencourt
Autor



Prof. Dr. Wilson Cabral de Sousa Junior (ITA)
Orientador



Prof. Dr. Flávio Mendes Neto (ITA)
Coordenador do Curso de Engenharia de Infra-Estrutura Aeronáutica

São José dos Campos, 24 de novembro de 2005

Agradecimentos de Fábio Henrique

Agradeço primeiramente a Deus por me ajudar a chegar até aqui e por tudo que eu conquistei ao longo dessa minha jornada. Aos meus pais por terem se dedicado a proporcionar o melhor para mim, sempre dando todo o apoio e suporte de que precisei. Sem ambos, a realização deste sonho não seria possível.

Ao meu irmão e aos meus amigos espalhados por todo esse Brasil que também foram fundamentais para a formação do meu caráter. À galera do ITA, que ao longo destes cinco anos me acompanharam tanto nas dificuldades como nas alegrias e aos meus mestres, não só aqueles deste instituto, mas a todos que contribuíram para minha educação.

Não posso esquecer também da galera do ape, que me agüentou todos esses anos, assim como eu tive que agüenta-los e das boas partidas de Mario Kart que movimentaram este quinto ano.

Finalmente, ao Buts que me ajudou a fazer este trabalho virando noites e noites nos forrós arrasta-pé e enchendo a cara. Valeu.

Agradecimentos de Rafael Bitencourt

A Deus por sempre me ajudar nessas 23 primaveras de caminhada. Agradeço também aos meus pais que sempre me deram força em todos os momentos de minha vida sempre me ensinando e me apoiando nas minhas escolhas. Aos meus primos Rodrigo e Bruno, por sempre estarem juntos comigo proporcionando momentos de alegria. A minha irmã Raquel que diz que vai passar em uma federal, mas já repetiu uma vez no curso de inglês. Ao meu primo Gabriel, companheiro de todas as férias, que Deus o tenha!

Aos amigos do CNSA que até hoje estão presentes na minha vida – esses amigos realmente são meus irmãos! Aos meus colegas do CTA que me ajudaram muito nos primeiros anos do ITA com momentos únicos e inesquecíveis de entretenimento. Aos amigos que fiz no ITA que me surpreenderam com tamanho companheirismo, inclusive nos momentos de maior sugação, principalmente o grupo homogêneo (Felipe, Zé Ricardo, Maymone e Fabíola). Aos demais amigos da infra que sempre concordavam em fazer churrascos nos momentos de stress e também nos de relaxamento. À professora Déborah Dibbern Brunelli que me ajudou muito no momento de maior dificuldade no ITA.

À Itaipava por fazer uma cerveja com um custo-benefício tão bom, proporcionando vários churrascos de segunda-feira nesse quinto ano super estressante. Às figurinhas carimbadas das festas do 216 – Um abraço Reinaldo, João, Mineiro, Alemão, Linha, Sukita, Alê, Fee e Grazi. Aos vizinhos do 216 que nunca vieram reclamar do som alto nos momentos de diversão. Ao 216 por ser um apê tão bom de se morar – Um abraço Higor, Lira, Sartori, Adhemar e Danilo. À mulherada que também colaborou bastante com o relaxamento do ser humano (essas não tem como listar nomes, não cabe).

Ao último bimestre do ITA que me proporcionou momentos muito bons.

Finalmente, ao Fábio Mocs que me ajudou muito nesse TG virando noites jogando WAR CRAFT na rede e ao tio dele que iria nos dar uma mãozinha, ou melhor, um dedinho caso ocorressem situações desconfortantes.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo a comparação, mostrando custos e benefícios, de modais de transporte num determinado cenário brasileiro, onde os modais rodoviário, ferroviário e hidroviário possam competir entre si de maneira justa no transporte de cargas. Na análise de custos e benefícios serão analisados “custos” ambientais, fazendo uso de ferramentas de valoração de impactos ambientais para os três modais. Ao final desta análise poder-se-á dizer qual dos modais se mostra mais vantajoso no aspecto geral (tanto ambientalmente, como financeiramente).

ABSTRACT

This work has as objective the comparison, showing costs and benefits, of modal of transport in one determined Brazilian scene, where the modals roadway, railroad and hidroways can compete between itself in way joust in the load transport. In the analysis of costs and benefits "ambiental costs" will be analyzed, making use of tools of evaluation of ambiental impacts for the three modals. In the end, this analysis will be able to be point what transport modal shows more advantageous in the general aspect (in such a way ambiently, as financially).

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	01
2. HISTÓRICO DOS TRANSPORTES	01
1.1 RODOVIAS.....	01
1.2 FERROVIAS	03
1.3 HIDROVIAS	05
3. SITUAÇÃO ATUAL	06
2.1 RODOVIAS	06
2.2 FERROVIAS	09
2.3 HIDROVIAS	12
4. CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO.....	15
4.1 INTRODUÇÃO	15
4.2 RODOVIAS	16
4.3 FERROVIAS	22
4.4 HIDROVIAS	24
4.5 ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS	30
5. ESCOLHA DE CENÁRIO	31
5.1 RODOVIA BR-153	36
5.1.1 BENEFÍCIOS ANALISADOS	37
5.2 FERROVIA NORTE-SUL (FNS)	39
5.2.1 IMPACTOS SOCIAIS	41
5.2.2 IMPACTOS AMBIENTAIS	41
5.2.3 BENEFÍCIOS ANALISADOS	42
5.3 HIDROVIA ARAGUAIA-TOCANTINS	43
5.3.1 IMPACTOS AMBIENTAIS E SÓCIO-CULTURAIS.....	45
5.3.2 BENEFÍCIOS ANALISADOS	47
6. VALORAÇÃO AMBIENTAL	48
6.1 INTRODUÇÃO	48
6.2 DEFINIÇÕES	48
6.3 LEGISLAÇÃO	50
6.4 METODOLOGIA	52
6.5 ANÁLISE DOS IMPACTOS ADVINDOS DA REMOÇÃO DE COBERTURA VEGETAL	55

6.6 ANÁLISE DOS IMPACTOS ADVINDOS DA HIDROVIA	59
6.7 RESULTADOS	61
6.7.1 RODOVIA BR-153	61
6.7.2 FERROVIA NORTE SUL	65
6.7.3 HIDROVIA TOCANTINS-ARAGUAIA	68
6.8 ANÁLISE COMPARATIVA	71
7. CONCLUSÕES	76
8.REFERÊNCIAS UTILIZADAS	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Principais Ferrovias Brasileiras	12
Figura 2: Disposição do Pavimento	21
Figura 3: Esboço da Estrutura de uma Ferrovia	23
Figura 4: Esquema em perfil de uma ferrovia	23
Figura 5: Gráfico dos gastos federais em hidrovias	28
Figura 6: Gráfico dos Gastos federais em obras hidroviárias	29
Figura 7: Gráfico dos gastos federais acumulados com implantação de hidrovias ...	29
Figura 8: Infra-estrutura pública de transportes do Estado de Tocantins.....	34
Figura 9: Rodovia BR-153	37
Figura 10: Ferrovia Norte Sul.....	40
Figura 11: Bacia do Tocantins Araguaia.....	44
Figura 12: Vegetação do Tocantins.....	53
Figura 13: Campo Cerrado.....	54
Figura 14: Cerrado	54
Figura 15: Cerradão	55
Figura 16: Taxa cumulativa ao longo do período de projeto para a rodovia	57
Figura 17: Área afetada em km ²	62
Figura 18: Evolução dos custos ambientais acumulados a uma taxa de 12% a.a	63
Figura 19: Evolução dos custos ambientais acumulados a uma taxa de 3% a.a	64
Figura 20: Área afetada em km ² para a ferrovia	65
Figura 21: Evolução dos custos ambientais acumulados a uma taxa de 12% a.a	66
Figura 22: Evolução dos custos ambientais acumulados a uma taxa de 3% a.a	67
Figura 23: Área afetada em km ² para a hidrovia	68
Figura 24: Evolução dos custos ambientais acumulados a uma taxa de 12% a.a	69
Figura 25: Evolução dos custos ambientais acumulados a uma taxa de 3% a.a	70
Figura 26: Análise comparativa dos custos sem governança a uma taxa de 12%	72
Figura 27: Análise comparativa dos custos com governança a uma taxa de 12%	73
Figura 28: Análise comparativa dos custos sem governança a uma taxa de 3%	74
Figura 29: Análise comparativa dos custos com governança a uma taxa de 3%	75

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Primeiras Ferrovias do Brasil	04
Tabela 2: Malha Rodoviária Brasileira	07
Tabela 3: Trechos a Licitar	07
Tabela 4: Sistema Ferroviário: Principais Mercadorias Transportadas	10
Tabela 5: Valores de Alguns Serviços de Terraplenagem	18
Tabela 6: Coeficiente K para diferentes componentes do pavimento	20
Tabela 7: Solução para o pavimento	21
Tabela 8: Volume de cada camada	21
Tabela 9: Valores para cada componente	22
Tabela 10: Custo do pavimento.....	22
Tabela 11: Custos do pavimento para ferrovias	24
Tabela 12: Custo de implantação de hidrovias	30
Tabela 13: Custos aproximados para cada modal	30
Tabela 14: Custos de Manutenção para cada modal	31
Tabela 15: Distribuição da malha Rodoviária de Tocantins – 31.08.2000	35
Tabela 16: Os modais e suas extensões no Estado do Tocantins.....	36
Tabela 17: Trechos da rodovia BR-153 no Estado de Tocantins.....	38
Tabela 18: Taxa de desmatamento.....	56
Tabela 19: Resumo dos parâmetros adotados.....	59
Tabela 20: Resumo dos Valores Estimado.....	61
Tabela 21: Impactos Estimados e seus Custos para 12% aa para BR-153	63
Tabela 22: Impactos Estimados e seus Custos para 3% aa para BR-153	64
Tabela 23: Impactos Estimados e seus Custos para 12% aa para FNS	66
Tabela 24: Impactos Estimados e seus Custos para 3% aa para FNS	67
Tabela 25: Impactos Estimados e seus Custos para 12% aa para hidrovia	69
Tabela 26: Impactos Estimados e seus Custos para 3% aa para hidrovia	70

1. Introdução

Atualmente, o transporte de carga brasileiro se apresenta mal distribuído entre os modais de transporte. Mais de 63% [2] do transporte de cargas é feito através de um único tipo de modal: o rodoviário. Apesar de apresentar um enorme potencial hidroviário, durante a história, não houve muita exploração no sentido de implantação de hidrovias. Já o ferroviário, teve seu momento no passado entretanto, por falta de manutenção adequada, atualmente se apresenta insipiente e é responsável pelo movimento de uma pequena parcela das cargas brasileiras.

Esse problema está sendo percebido e alguns projetos de hidrovias e ferrovias estão surgindo no sentido de baratear o frete e melhorar a infra-estrutura de transporte brasileiro, barateando os produtos exportados e tornando-os mais competitivos internacionalmente.

Este trabalho tem como objetivo a comparação, mostrando custos e benefícios, de modais de transporte num determinado cenário brasileiro, onde os três modais em questão possam competir entre si de maneira justa. Na análise de custos e benefícios serão analisados “custos” ambientais, fazendo uso de ferramentas de valoração de impactos ambientais para os três modais. Ao final desta análise poder-se-á dizer qual dos modais se mostra mais vantajoso no aspecto geral (tanto ambientalmente, como financeiramente).

2. Histórico dos Transportes

2.1 Rodovias [2]

O fato que deu início à história das rodovias no Brasil foi a inauguração da estrada União Indústria, em 1861. Contudo, a primeira lei a conceder auxílio federal para construção de estradas foi aprovada somente em 1905. A partir de 1920 um órgão público, a Inspetoria Federal de Obras contra as Secas, passou a cuidar da implementação de rodovias, todavia apenas no Nordeste e sem ter uma finalidade especificamente rodoviária.

Já em São Paulo, em 1926, foi criada a Diretoria de Estradas de Rodagem, que resultaria, em 1934, no Departamento de Estradas de Rodagem: o primeiro órgão rodoviário brasileiro com autonomia técnica e administrativa.

Um ano depois de São Paulo criar a sua Inspetoria, em 1927, o governo federal fundou a Comissão de Estradas de Rodagem Federais, uma espécie de ancestral do DNER. Com um "fundo especial" de financiamento, obtido a partir de sobretaxas nos impostos sobre gasolina, veículos e acessórios, a Comissão chegou a construir importantes obras para a época, como a Rio-Petrópolis e a parte fluminense da primeira ligação entre Rio de Janeiro e São Paulo.

Em 1931 é extinta a Comissão e, em 1932, o Fundo Especial passa a ser incorporado ao Orçamento da União. Em 1933, um grupo de trabalho passa a elaborar o Projeto de Lei que criaria o Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Criaria porque, quando realmente fundado, em 1937, o DNER não possuía as características preconizadas pelo grupo de trabalho: não era uma autarquia, não possuía recursos próprios e suas atividades eram desvinculadas dos sistemas rodoviários estadual e municipal.

Como resultado da política rodoviária adotada até então, o Brasil chegava aos meados da década de 40 com modestos 423 km de rodovias pavimentadas, entre federais e estaduais. Mas a situação à qual o rodoviarismo havia sido relegado no âmbito federal não poderia se sustentar por mais tempo. Assim, em 27 de dezembro de 1945, o então ministro da Viação e Obras Públicas, Maurício Joppert da Silva, levava à sanção do presidente José Linhares o Decreto-lei 8.463, que conferia autonomia técnica e financeira ao DNER. Era a Lei Joppert, a Lei Áurea do rodoviarismo brasileiro, que criava também o Fundo Rodoviário Nacional.

Como consequência da Lei Joppert, em 1950 o Brasil já contava com 968 km de malha rodoviária pavimentada, o dobro do verificado em 1945. Outro advento da Lei Joppert foi a descentralização administrativa do DNER, com a criação dos Distritos Rodoviários Federais. O país começa então a ver explodir o rodoviarismo nas décadas seguintes e, ao final dos anos 60, com exceção de Manaus e Belém, todas as capitais estavam interligadas por estradas federais.

Na década de 70, o DNER continuou com as grandes obras rodoviárias, mas então para garantir a unidade e soberania nacionais, através das interligações regionais. Assim, nasceram a Transamazônica, a Belém-Brasília, a construção da Ponte Presidente Costa e Silva (Rio-Niterói), entre tantas outras obras. O Brasil chegava em 1980 com 47 mil km de rodovias federais pavimentadas.

Nos anos 80, a atuação do DNER continuaria marcante, como se pôde observar na pavimentação da ligação entre Porto Velho e Rio Branco. Mas, no final da década, em

1988, o Fundo Nacional Rodoviário seria definitivamente extinto, ao contrário de sua suspensão pelo período de três anos, em 82. Mesmo com os incentivos criados nos anos seguintes, como o Selo Pedágio, em 89, e o Imposto do Petróleo, em 91, os recursos foram caindo gradativamente. Em 1970, cerca de US\$ 2,3 bilhões eram destinados às rodovias federais. Em 98, havia apenas US\$ 1,2 bilhões.

Com a escassez de recursos, novas alternativas foram colocadas em prática na década de 90, a exemplo do Programa de Concessões Rodoviárias, o Programa de Descentralização e Restauração da Malha, e o programa Crema, de restauração e manutenção rodoviárias por períodos de 5 anos.

2.2 Ferrovias [2]

A chegada de D. João VI, a abertura dos portos, o incremento do comércio e a necessidade de aproveitar os recursos existentes condicionaram o surgimento das estradas de ferro. A primeira tentativa foi no Governo Regente Feijó, em 1835, sem resultados concretos, entretanto.

A viação férrea começou a existir em 1852, quando Irineu Evangelista de Souza, (1813 -1889), mais tarde Barão de Mauá, recebeu o privilégio do Governo Imperial para construção e exploração de uma ferrovia entre a Praia da Estrela, na Baía da Guanabara, e a raiz da Serra de Petrópolis. A primeira seção, de 14,5 km, foi inaugurada por D. Pedro II, no dia 30 de abril de 1854. O primeiro trem da E. F. Mauá foi tracionado pela locomotiva “Baroneza”, construída na Inglaterra por William Fair Barin & Sons, em 1852.

A segunda ferrovia inaugurada no Brasil foi a Recife - São Francisco, no dia 9 de fevereiro de 1858. No mesmo ano, no dia 29 de março, era inaugurada a Estrada de Ferro D. Pedro com a extensão de 48 km, entre Campo da Aclamação e a localidade de Queimados, na Província do Rio de Janeiro.

Seu material rodante consistia, na época, em 10 locomotivas, 40 carros para passageiros de primeira classe, e 100 vagões de diversos tipos.

Cristiano Benedito Ottoni (1811-1896) foi seu construtor e primeiro diretor. Em seu relatório, em 1867, ele assinalava a conclusão de 221 km de linhas distribuídas por três seções e um ramal.

A Estrada de Ferro D. Pedro II, através do trabalho dinâmico de seus operários e técnicos, transformou-se, mais tarde (1889) na Estrada de Ferro Central do Brasil, um dos principais eixos de desenvolvimento de nosso País. Desde a ação pioneira do Barão de Mauá e de Cristiano Benedito Ottoni, muitos vultos célebres passaram pela ferrovia. Entre outros, a figura de André Gustavo Paulo de Frontin (1860-1933) que realizou grandes obras, entre as quais a duplicação das linhas na Serra do Mar. Foi por duas vezes diretor da Estrada nos períodos 1896-97 e 1910-14.

Assinale-se, ainda, a figura do Engenheiro Adel Pinto, criador do sistema de licenciamento eletro-mecânico, conhecido como bloco Adel.

Outra figura marcante foi a de Francisco Pereira Passos (1836-1913), construtor de vários trechos da ferrovia e da E.F. Santos a Jundiaí.

Quinze anos após a inauguração da Estrada de Ferro D. Pedro II, havia no Brasil as ferrovias ilustradas na tabela 1:

Tabela 1. Primeiras Ferrovias do Brasil

Ferrovia	Extensão (km)
E. F. D. Pedro II	363,4
E. F. Recife ao São Francisco	124,9
E. F. da Bahia ao São Francisco	123,5
E. F. Santos a Jundiaí	139,6
E. F. de Cantagalo	83,9
E. F. Paulista	44,0
E. F. Itaúna	70,0
E. F. Valenciana	25,0
E. F. Campos-São Sebastião	19,9
E. F. Mauá	17,5

Após o fim da guerra do Paraguai, a partir de 1873, ocorreu um apreciável desenvolvimento ferroviário no País. Em 1889, ao ser proclamada a República, o total de linhas construídas atingia 9.538 km.

Um dos fatos mais importantes na história do desenvolvimento da ferrovia no Brasil foi a ligação Rio-São Paulo, unindo as duas mais importantes cidades do País. Ela se realizou no dia 8 de julho de 1877, na cidade de Cachoeira Paulista, quando os trilhos da Estrada de Ferro São Paulo, inaugurada em 1867, se unificaram com os da E. F. D. Pedro II.

Em 1941, foi planejada a remodelação e modernização do ramal Rio-São Paulo. As obras foram levadas a efeito pela REDE FERROVIÁRIA FEDERAL S. A. a partir de 1967, com a construção de treze variantes.

A partir de 1910, houve um grande desenvolvimento das ferrovias brasileiras, com a integração de vários Estados. Entre 1911 e 1916, foram construídos 5.180 quilômetros de linhas. Outro marco importante na história de nossas ferrovias foi a criação da REDE FERROVIÁRIA FEDERAL S. A. em 1957, congregando inicialmente, 18 estradas de ferro. A REDE FERROVIÁRIA FEDERAL S. A., que já operou com 24.132 km de extensão, (80% do total das linhas ferroviárias do Brasil), dos quais 1.053 eletrificados, serviu quatro das cinco regiões fisiográficas do Brasil, estendendo-se do Maranhão ao Rio Grande do Sul e do Rio de Janeiro a Mato Grosso. A R. F. F. S. A. interligou, também, com a Bolívia através de Corumbá, Mato Grosso, em direção a Santa Cruz de la Sierra, com a Argentina, através de Uruguiana, Rio Grande do Sul, e com o Uruguai através de Omaráí, Livramento e Jaguarão, no Rio Grande do Sul.

2.3 Hidrovias

No Brasil, o aproveitamento dos recursos não seguiu padrões ou conceitos que premiassem o uso múltiplo de todo o potencial hidroviário das bacias. Alguns dos motivos que levaram a isso foram a baixa produção de cereais e outros produtos que demandam transporte em larga escala e também a pouca conscientização sobre a necessidade de preservar o ambiente, sendo o país tão pródigo em biodiversidade e recursos naturais.

Nas décadas de 1940 e 50, a navegação fluvial era considerada superada, devido às próprias condições de navegação dos rios (dificuldades causadas pelo regime de cheias e empecilhos naturais) e da lentidão das operações aeroportuárias em comparação com os outros modais no transporte de carga.

Em contrapartida, nas décadas seguintes percebeu-se o potencial do transporte hidroviário, entretanto também se pôde notar que os rios mais caudalosos encontram-se nas regiões menos desenvolvidas e os demais, necessitando de obras de melhoria, não permitem ligação com os portos marítimos. Tal situação coloca em risco as pretensões de desenvolver no Brasil uma competitiva rede hidroviária, posto que projetos dessa

magnitude sofrem antecipadamente o ônus vinculado ao desassoreamento, derrocamentos, desenvolvimento sustentável, e outras correções, muitas ambientalmente degradantes.

Entretanto, como existe uma necessidade muito grande de revitalização dos rios, como, por exemplo, o São Francisco, Araguaia, Paraguai e outros, a implementação de hidrovias não representa o fim, mas sim uma maneira de recuperar econômica, social, demográfica e ambientalmente os rios. Os problemas de todos eles são semelhantes e podem ser corrigidos em curto prazo, para possibilitar a livre navegação de larga escala.

3. Situação Atual

3.1 Rodovias

O Brasil é um país cuja economia é baseada fortemente no transporte sobre rodas. Nossa malha rodoviária é atualmente a segunda maior do mundo perdendo apenas para os Estados Unidos. Em se tratando de transporte de carga, são cerca de 63% da produção nacional que trafega pelas nossas estradas. Somente de usuários de nossas rodovias, são mais de 1,3 bilhão de pessoas anualmente, o que representa um valor de 95% do transporte de passageiros total do país. A malha rodoviária estende-se por cerca de 1,6 milhão de quilômetros, embora menos de 10% esteja asfaltada. O processo de concessão de rodovia não tem paralelo em nenhum outro país do mundo [2].

Nos períodos de férias, fim de ano, feriados prolongados e outras datas de pico rodoviário, fica mais evidente a importância do setor para o cidadão comum, que nessa época costuma pegar a estrada. Somente concessionárias de rodovias como Autoban (Anhanguera-Bandeirantes), Nova Dutra (Rodovia Pres. Dutra), Ecovias (Sistema Anchieta e Imigrantes), registram fluxo de veículos, nos dias de pico, que superam 300.000 veículos em apenas dois dias, num só sentido.

Tabela 2. Malha Rodoviária Brasileira (Fonte ANTT)

	Pavimentadas (km)	Não Pavimentadas (km)	Total (km)
Federais	55905.3	34352.4	90257.7
Estaduais	91348.4	116538.1	207886.5
Municipais	16933.3	1429295.9	1446229.2
TOTAL	164247.0	1580186.4	1744433.4

O processo de concessão de rodovias é que revelou a dimensão desse mercado e no ano de 2004 haviam 36 concessionárias atuando em 7 estados brasileiros que operam cerca de 165 praças para um total de 9547km. Novos trechos, principalmente de rodovias federais serão concedidos, ampliando o número de empresas no setor. Pelo tipo de atividade, são grandes geradores de empregos e, dados da Associação Brasileira de Concessionárias de Rodovias, estimam que foram e serão gerados mais de 200.000 postos de trabalho.

Tabela 3. Trechos a Licitar

Rodovia	Trecho	Extensão (km)
BR-116/PR/SC	Curitiba - Div. SC/RS	408.5
BR-376/PR - BR-101/SC	Curitiba - Florianópolis	375.6
BR-381/MG/SP	Belo Horizonte - São Paulo (Fernão Dias)	563.2
BR-116/SP/PR	São Paulo - Curitiba (Régis Bitencourt)	401.7
BR-393/RJ	Div. MG/RJ - entroncamento com a Via Dutra	193.6
BR-101/RJ	Niterói/Espírito Santo	320.1
BR-153/SP	Div. MG/SP - Div. SP/PR	347.5
TOTAL	07 TRECHOS	2610.2

Fonte: ANTT

Em 1954 o Brasil registrava 1.200 km de rodovias asfaltadas, em 1970 atingiu 50.590km. Em 1990 chegou a 148.121km. Atualmente são pouco mais de 150.000km. Ou seja, o asfaltamento das estradas praticamente parou na última década. Entretanto, as rodovias que estão sendo administradas pelo Governo Federal e governos estaduais estão, em sua maioria, em precárias condições. Pesquisa realizada regularmente pela Confederação Nacional dos Transportes (CNT), revelou que, de 45.294 km pesquisados no ano de 2002 pela CNT, 68,8% das rodovias pesquisadas estão em condições que variam de Deficientes (66,3%) a Ruins (2,2%) E Péssimo (0,3%). Apenas 2,9 % da malha avaliada recebeu a qualificação Ótima e 28,4% foi considerada Boa. Números ainda tímidos pela importância econômica do setor. Há estudos da Cepal que

indicam que as estradas em más condições podem estar causando prejuízos ao Brasil entre 1 a 3% do valor do PIB nos últimos anos [9].

O custo das más condições das estradas chega no bolso do consumidor e na planilha das empresas. Com a concessão de rodovias, apesar da melhora evidente da malha, por elas administradas, o consumidor e as empresas passaram a arcar com a despesa do pedágio. As concessionárias, através de estudos, afirmam que o custo do pedágio é pago com a redução de tempo de viagem, gastos com manutenção do veículo, aumento da segurança, dentre outros fatores, mas as empresas e associações como a NTC (Associação Nacional do Transporte de Cargas) tem outros estudos que afirmam o contrário gerando um impasse no setor. Sem opção, o cidadão paga e até se conforma.

O Ministério dos Transportes, com a nova fonte de arrecadação, o CIDE – Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico, diz ter mais recursos para investir na recuperação das estradas, viabilizando o antigo Fundo Rodoviário Nacional (FNT). Embora visto com entusiasmo, o FNT no passado aplicou recursos durante alguns anos nas estradas e depois já não produzia os resultados esperados, levando a imprensa a questionar onde estava o dinheiro, conforme várias matérias publicadas nos anos 70 e 80. Espera-se que, com os novos mecanismos de controle e fiscalização dos recursos públicos, o FNT venha a funcionar melhor.

Com a Reforma Tributária de 2004, houve repartição desses recursos entre a União, Estados e Municípios. Atualmente os Estados recebem 29% dos recursos arrecadados com a CIDE, e os municípios tem um quarto desse valor. Ou seja, os Estados têm que repassar um quarto desses 29% para os municípios e os outros 71% são da União, que normalmente ficam no orçamento do Ministério dos Transportes [9].

Segundo o Governo Federal, os investimentos no setor vêm crescendo. Em 2002 foram investidos R\$ 528,3 milhões na manutenção da malha viária, enquanto que no ano de 2003 as cifras aumentaram para R\$ 818,9 milhões, um acréscimo de 55%. Para o ano de 2005, o governo alocou segundo a lei orçamentária R\$ 1.131 milhões contra os R\$ 941,1 milhões do ano passado [9].

Essa é a expectativa das empresas de transportes de cargas e passageiros. São gigantes a nível mundial, que reúnem empresas respeitadas em todo mundo, com equipamentos de primeiro mundo, enfrentando estradas de terceiro. Somente o setor de Transporte Rodoviário de Cargas emprega mais de 350.000 pessoas e representa 1,6% do PIB, segundo dados do IBGE. A ABRATI, associação que reúne as empresas de transporte

rodoviário de passageiros em linhas internacionais, interestaduais e intermunicipais, informa gerar mais de 500.000 empregos diretos e transportar quase 300 milhões de passageiros/ano, apenas com as empresas associadas [9].

Dos compromissos anunciados pelo Governo Federal para investir no setor rodoviário em 2005 merecem destaque o Programa Integrado de Revitalização (PIR IV) destinado à recuperação, restauração e manutenção de 7.700 km de rodovias, abrangendo 11 estados ao custo prévio de R\$ 710 milhões. A duplicação e restauração da BR 101/Nordeste, BR 101/Rio de Janeiro e a BR 493/Rio de Janeiro ao custo total previsto de 2 bilhões. Destaca-se ainda a restauração da BR 324/Bahia, com 126 km de extensão ao custo de R\$ 256 milhões [9].

O gigantismo do setor também fica evidente no roubo de carga. Só no ano 2000 estima-se que o prejuízo causado com roubo de cargas superou os R\$ 500 milhões. Em 2001 houve um aumento de aumento de 30%. Paralelamente, empresas aproveitam esse filão, oferecendo seguros, escolta, apoio logístico, sistemas de controle por satélite, numa infinidade de produtos e serviços, com alta tecnologia para minimizar os prejuízos das empresas.

O processo de concessão de rodovias, os investimentos que estão sendo realizados pelos governos na construção de novas estradas e principalmente na sua recuperação, abriram novas perspectivas para muitas empresas que fornecem equipamentos e serviços para o setor. São equipamentos e produtos para pavimentação, sinalização, sistemas de controle de tráfego, máquinas pesadas, guindastes, segurança, guinchos, radares, sem falar nas empreiteiras, numa infinidade de itens e serviços que estão atraindo empresas estrangeiras que começam a desembarcar no Brasil.

3.2 Ferrovias

Enquanto a malha rodoviária hoje é uma das maiores do mundo e alvo de enormes investimentos do governo, o mesmo não se pode dizer da situação ferroviária brasileira. As perspectivas deixam bastante a desejar, principalmente na área dos investimentos na via permanente, a despeito de alguns avanços na super estrutura com a aquisição, pelas concessionárias e usuários do sistema, de vagões e novos equipamentos.

Apesar do sistema ferroviário estar sendo operado quase que em sua totalidade por empresas privadas, após o processo de desestatização da RFFSA (Rede Ferroviária Federal S.A.), da Fepasa (Ferrovia Paulista S.A.), da CVRD (Companhia do Vale do Rio Doce) e de outras empresas menores, a extensão da malha ferroviária continua limitada em cerca de 30 mil km, e precária, só permitindo em algumas vezes o desenvolvimento de baixas velocidades de tráfego. Sua qualidade também é questionável principalmente pelo estado das vias permanentes, pelas travessias de zonas povoadas e muitas transposições de linhas, uma marca bastante característica de nossa rede.

Os investimentos em novas ferrovias tem sido muito limitados e as concessionárias concentraram suas prioridades, no período de 1996 a 2004 na renovação do material rodante, gastos que totalizam cerca de R\$ 2,7 bilhões. Outros gastos estão alocados em recuperação da malha viária existente (investimentos de R\$ 2,2 bilhões), melhoria da sinalização (outros R\$ 172 milhões) e comunicações (R\$ 151 milhões). Nada que signifique um programa a altura das necessidades do Brasil que, segundo análises da ANUT - Associação Nacional dos Usuários do Transporte de Carga, deverá ter de transportar até 2008, preferencialmente por ferrovias, acréscimos de volume da ordem de 40 milhões de toneladas de insumos e produtos da área siderúrgica e de outras 40 milhões da área de grãos e fertilizantes [10].

Tabela 4. Sistema Ferroviário: Principais Mercadorias Transportadas (ton)

Produto Agregado	2001	2002	2003
Minério de Ferro	184580492	192851635	202315400
Indústria Siderúrgica	21812035	28386328	29423800
Cimento	5559784	5236490	4801300
Indústria Cimenteira e Construção Civil	1774514	1734794	950000
Carvão/Coque	12105108	11525714	12631900
Granéis Minerais	5447245	6336784	8349200
Soja e Farelo de Soja	22097489	28083227	31864900
Produção Agrícola	9777245	7487715	8738300
Adubos e Fertilizantes	4149129	4375862	5319400
Extração Vegetal e Celulose	1509543	2044507	2200100
Combustíveis, Derivados do Petróleo e Álcool	7466538	8433036	7684400
Contêiner	8439	88133	42600
Carga Geral - não conteirizada	332628	153284	132000
Outras Mercadorias	28631511	24254491	30642700
TOTAL	305251700	320992000	345096000

Fonte ANTT

Assim, o crescimento do total transportado pelo sistema ferroviário tem sido relativamente lento. Entre 2001 e 2003, a carga transportada evoluiu de 305 milhões de toneladas para 345 milhões, um crescimento de 13% com notável destaque para a área siderúrgica, incluídas as exportações de minérios, que passou de 206,4 milhões de toneladas para 231,7 milhões, ou seja, 67,1% do total transportado.

Levando-se em consideração o grau de sucateamento do sistema ferroviário nacional, preexistente à privatização, pode-se dizer que o setor vem, apesar das dificuldades, alcançando alguns avanços significativos.

De acordo com dados da ANTT [10], os investimentos no setor acumularam um total de R\$ 6,3 bilhões entre os anos de 1996 e 2003, sendo que a CVRD foi a empresa que mais investiu no setor com cerca de R\$ 2,3 bilhões. O total de carga transportada cresceu, no mesmo período, em 40%, passando de 128,4 bilhões de tku para 179,9 bilhões. O total transportado pela Companhia do Vale do Rio Doce cresceu a taxas menores do que o setor como um todo. Outro fato relativamente importante é o indicador de acidentes por milhão de ton.km, que reduziu de 75 para 35,7, uma queda de mais de 50%.

O Governo também tem tirado a sua fatia do bolo, arrecadando entre o mesmo período com as concessões e arrendamentos dos bens das malhas da RFFSA uma cifra de R\$ 1,56 bilhões.

Outro fato que agrava a situação é o problema da integração das redes, devido a diferença de bitolas. Ferrovias mais recentes utilizam a bitola larga (distância de 1,6 metros), que permite maior estabilidade às composições e o desenvolvimento de maiores velocidades. Já os trechos mais antigos, construídos no século XIX e início do século XX, época em que não havia maiores preocupações com a velocidade devido às limitações técnicas construtivas e ao baixo tráfego de trens, foram executados em bitolas de 1,0 metro, bem mais estreitas que as atuais. Uma vez que a troca de sistemas inteiros é economicamente inviável, a integração de malhas de bitolas diferentes ocorre mediante transbordos, agregando um custo adicional e perda de tempo no transporte ferroviário entre regiões.

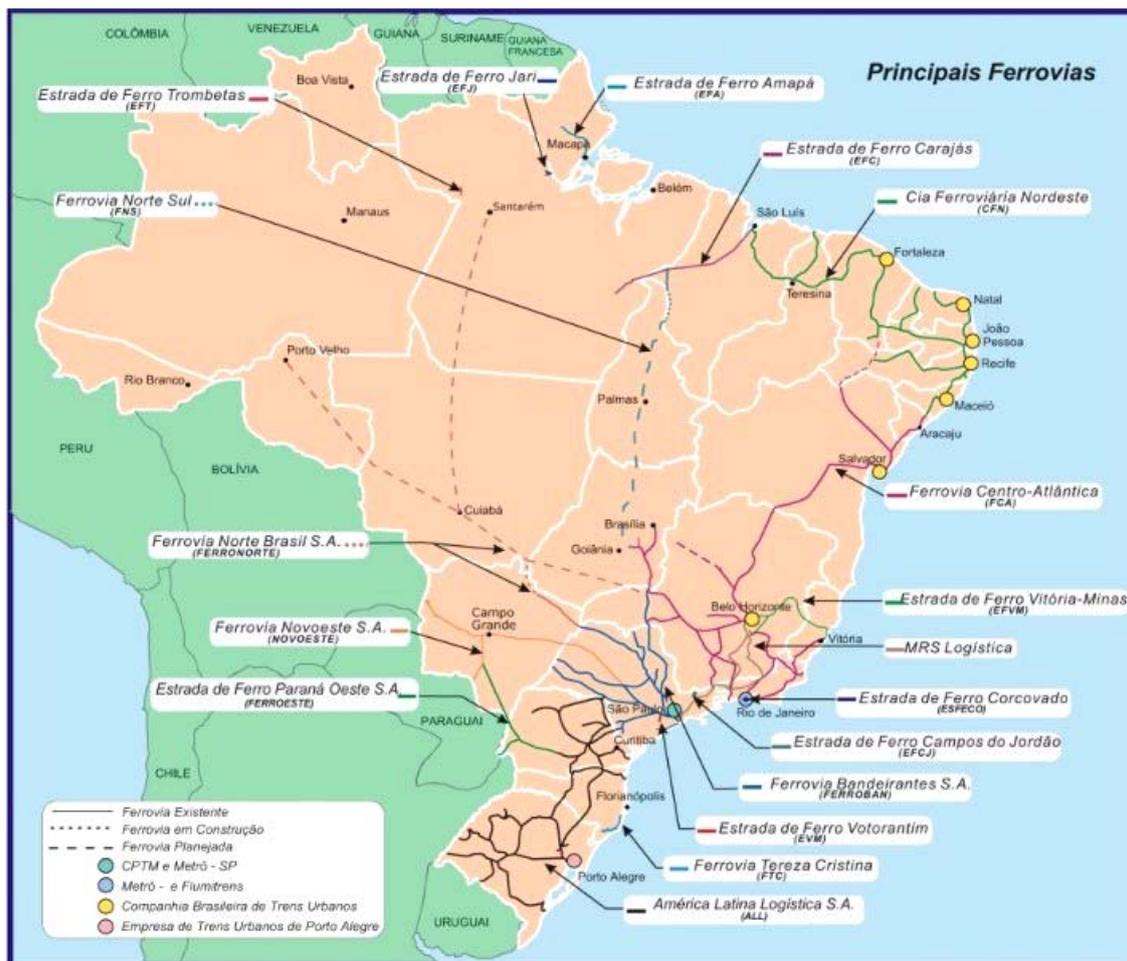


Figura 1. Principais Ferrovias Brasileiras.

3.3 Hidrovias [2]

Infelizmente, a potencialidade das hidrovias brasileiras ainda não foi traduzida em performance de transporte. A produção do transporte aquaviário no Brasil, cabotagem e navegação interior, segundo dados do Ministério dos Transportes atingem 14% do total movimentado. Entretanto a navegação interior tem participação de apenas 1%.

Em volumes de águas e importância estratégica, a Bacia Amazônica é a mais importante. Sua malha fluvial permite a integração de quase metade do território nacional, inclusive fazendo limite ao sul com a florescente região produtora do Centro-Oeste. Vários rios caudalosos da margem direita do rio Amazonas, entre eles o Tocantins, Xingu, Tapajós e Madeira, já despertam o interesse empresarial em virtude da facilidade de transportes a partir de pólos agrícolas de Mato Grosso, Goiás, Tocantins, Rondônia e Pará

rumo aos mercados europeus e asiáticos. Já outras malhas, têm grande importância regional, como é o caso dos rios Paraná São Francisco e Tietê.

Dentre as principais hidrovias do Brasil encontram-se: Hidrovia do Madeira, Hidrovia do São Francisco, Hidrovia Tocantins-Araguaia, Hidrovia Paraná-Tietê, Hidrovia Paraguai-Paraná.[9]

Hidrovia do Madeira - (Corredor Oeste-Norte)

O rio Madeira é navegável numa extensão de 1.056 km, entre Porto Velho e sua foz, no rio Amazonas, permitindo, mesmo na época de estiagem, a navegação de grandes comboios, com até 18.000 t. Os investimentos na hidrovia compreendem dragagens, derrocamentos, balizamento e sinalização. Atualmente, cerca de 2 milhões de t/a de cargas já são transportados pelo rio Madeira .

Hidrovia do São Francisco (Corredor São Francisco)

O rio São Francisco é totalmente navegável em 1.371 km, entre Pirapora (MG) e Juazeiro(BA)/Petrolina(PE), para a profundidade de projeto de 1,5 m, quando da ocorrência do período crítico de estiagem (agosto a novembro). Sem saída para o Atlântico, o rio São Francisco tem seu aproveitamento integrado ao sistema rodoferroviário da região.

A partir da implantação do sistema multimodal, o escoamento da produção agrícola do oeste da Bahia, com foco na cidade de Barreiras, banhada por um dos seus principais afluentes, o rio Grande, é realizado por rodovia até a cidade de Ibotirama na margem do São Francisco, descendo o rio pelo transporte hidroviário até Juazeiro/Petrolina, e deste, por ferrovia, para o Porto de Aratú (BA) . No quilômetro 42 acima de Juazeiro/Petrolina, situa-se a barragem de Sobradinho, cuja transposição é realizada através de eclusa. A movimentação anual fica em torno de 60.000 t/a.

Hidrovia Tietê-Paraná (Corredores Transmetropolitano do Mercosul e do Sudoeste)

A hidrovia Tietê-Paraná permite a navegação numa extensão de 1.100 km entre Conchas no rio Tietê (SP) e São Simão (GO), no rio Paranaíba, até Itaipu, atingindo 2.400 km de via navegável. Ela já movimenta mais de um milhão de toneladas de grãos/ano, a uma distância média de 700 km. Se computarmos as cargas de pequena distância como areia, cascalho e cana de açúcar, a movimentação no rio Tietê aproxima-se de 2 milhões de toneladas.

Hidrovia do Paraguai-Paraná (Corredor do Sudoeste)

Essa hidrovia compõe um sistema de transporte fluvial de utilização tradicional, em condições naturais, que conecta o interior da América do Sul com os portos de águas profundas no curso inferior do rio Paraná e no rio da Prata. Com 3.442 km de extensão, desde Cáceres até o seu final, no estuário do rio da Prata, proporciona acesso e serve como artéria de transporte para grandes áreas no interior do continente. As principais cargas transportadas no trecho brasileiro são: minério de ferro, minério de manganês e soja. Os fluxos de carga na hidrovia vêm crescendo nos últimos anos, respondendo, justamente, à expectativa de interação comercial na região. No território brasileiro, a hidrovia percorre 1.278 km e tem como principais portos: Cáceres, Corumbá e Ladário, além de três terminais privados com expressiva movimentação de carga. Entre 1998 e 2000 foram movimentadas mais de 6 milhões de toneladas de cargas apenas no trecho brasileiro. O referido trecho da hidrovia Paraguai/Paraná pode ser dividido em dois segmentos, devido às peculiaridades de calado e formação dos comboios que trafegam na via. No trecho de Cáceres a Corumbá, os comboios, com formação 2x3, trafegam compostos por chatas de 45 m de comprimento e 12 m de largura, com calado assegurado de 1,5 m e que podem transportar até 400 toneladas de carga. Em cerca de 3 meses ao ano, a navegação no trecho sofrer limitações, e os comboios têm de operar com menos carga ou, em estiagens rigorosas, deixar de navegar, principalmente, nos 150 km próximos à cidade de Cáceres.

Outro trecho é o que se estende de Corumbá até a foz do rio Apa, onde trafegam comboios com formação 4x4, compostos por chatas de 60 m de comprimento e 12 m de largura, com calado assegurado de 2,6 m, capazes de transportar 20.000 a 25.000 toneladas de cargas.

Fazem parte das Hidrovias do Sul as Lagoas dos Patos e Mirim, o canal de São Gonçalo que liga o rio Jacuí a seu afluente, Taquari e uma série de rios menores como Caí, Sinos e Gravataí, que constituem o estuário do Guaíba. O rio Jacuí foi canalizado com a construção das barragens eclusadas, compreendendo uma extensão de 300 km, para calado de 2,5 m.

No rio Taquari foi implantada a barragem eclusada de Bom Retiro do Sul, que vence um desnível máximo de 12,50 m, dando acesso ao Porto Fluvial de Estrela, para embarcações de 2,5 m de calado. As embarcações que freqüentam esta hidrovia são automotoras com capacidade de 3 mil toneladas. No porto de Estrela o movimento chega a

650 mil t/ano. No passado, movimentou 1 milhão de toneladas/ano. Na Lagoa dos Patos a navegação é realizada por embarcações fluviomarítimas de até 5,10 m de calado, numa extensão de 250 km entre Rio Grande e Porto Alegre.

Hidroviias em projeto

A Diretoria de Infra-Estrutura Aquaviária vem adotando medidas de implantação das hidroviias do Tocantins-Araguaia e do Tapajós. Ambas importantíssimas para a viabilização da produção agrícola da região Centro-Oeste, que será encaminhada aos portos do norte do País, com grandes reduções de custos.

4. Custos de Implantação

Neste Capítulo será abordada a questão do custo médio discretizado para cada tipo de modal, antes no entanto, fez-se uma breve introdução sobre os aspectos básicos que envolvem os custos de cada setor do transporte.

4.1 Introdução

Não é difícil de observar, que o custo para cada modal diferencia-se bastante através das características básicas como a fase de implantação e os ciclos de manutenção. Dentro desta abordagem espera-se que, numa primeira visão, o custo de implantação seja bastante variável, dependendo do cenário.

Entre os modais rodoviário, ferroviário e hidroviário, não há como estimar a priori qual destes apresenta maior ou menor custo de implantação. Apesar das hidroviias terem gastos insignificantes com seu percurso (uma vez que os leitos requerem obras menores e localizadas), espera-se que gastos mais onerosos surjam nas construções de eclusas, portos e ligações intermodais. Já o modal rodoviário apresenta seus maiores gastos na confecção do percurso, com construções de pontes, terraplanagem e execução do próprio revestimento, procedimento semelhante ocorre em relação às ferrovias que em soma à esses aspectos apresentam ainda um custo adicional com as ferragens.

Quanto à manutenção espera-se que o cenário seja mais definido, apresentando o modal hidroviário com os menores custos, seguido pelo modal ferroviário e tendo-se o rodoviário como o modal de maior custo de manutenção.

Esta percepção inicial deriva do fato de que, numa visão mais macroscópica, espera-se que o modal hidroviário requeira bem menos atenção após sua implantação no âmbito de manutenção da rota, isto porque o meio de transporte em si não requer muita manutenção devido o fato do próprio leito do rio dispensar maiores "reparos", focalizando-se apenas em mais cuidados de caráter ambiental do que técnico.

Em contra partida, as expectativas quanto ao modal rodoviário são opostas e espera-se que tal requeira uma manutenção mais constante, mesmo porque dentre os modais, este é o que mais está sujeito as ações de intempéries e desgaste de seus componentes, constituindo a necessidade de um plano de manutenção mais elaborado, atencioso e possivelmente em intervalos com períodos de projetos menores que os outros modais.

Entre estes, o modal ferroviário deve apresentar o custo de manutenção intermediário, requerendo moderada atenção quanto aos seus componentes operacionais que estão relativamente sujeito a intempéries, desgaste ou mesmo deprecação, no entanto em menor escala que o meio rodoviário.

Apesar de ser uma fonte um pouco tendenciosa, dados recentes do Departamento Hidroviário publicado recentemente ilustram um pouco as questões levantadas anteriormente, apresentando números que comparam do ponto de vista da infra-estrutura o custo médio para a construção de um quilômetro de cada um dos modais, onde a hidrovía teria um custo por quilometro de via igual a US\$ 34 mil, US\$ 440 mil para uma rodovia e de US\$ 1,4 milhão numa ferrovia. No entanto, o próprio órgão comenta que para as hidrovias não foram levados em conta o valor de obras de ligação intermodal e necessidades de eclusas [15].

Já a Federasul (Federação das Associações Empresariais do Rio Grande do Sul) por exemplo, defende que os custos da implantação de uma ferrovia estão em média na cifra de R\$1400,00 reais por metro, enquanto que o custo de uma rodovia é de R\$600,00.

Portanto, percebe-se que o custo da implantação de um empreendimento de tais dimensões pode oscilar consideravelmente dependendo do ponto de vista da obra.

4.2 Rodovias

O levantamento dos custos de implantação de uma rodovia provém de um estudo bastante completo envolvendo diversos aspectos característicos da região e da própria finalidade a qual destina-se a rodovia em questão.

São diversos os serviços necessários para a construção de uma estrada, partindo da preparação do terreno que envolve etapas de corte, aterro, destocamento de árvores até a execução do pavimento em si, cujas características dependem basicamente do tráfego previsto em projeto. Entre estas etapas, surge a execução de diversas obras auxiliares como construção de dispositivos de drenagem (bocas de lobo, valetas de escoamentos, escadas de dispersão de energia), obras de vias de acesso, obras de sinalização, obras de caráter geotécnico como muros de arrimos e obras especiais como pontes e túneis dependendo das dificuldades impostas pelo terreno.

Vê-se então, que o custo de uma rodovia também está bastante ligado ao cenário que esta visa atender, podendo variar muito, desde uma estrada destinada a tráfego leve em um terreno plano e sem obstáculos, até rodovias de custo extremamente elevado destinadas a tráfego pesado e construídas sobre um terreno bastante acidentado.

Opto-se então, para o levantamento da estimativa de custo de uma rodovia a análise de duas etapas básica: a preparação do terreno, o que inclui as obras de terraplenagem, e a execução do pavimento em si. Isto porque, estas etapas correspondem a grande maioria do custo de uma estrada e compõem a parte principal do orçamento de uma rodovia.

Terraplenagem

Certamente, as etapas de pavimentação constituem o grande peso do custo de uma estrada, no entanto se o terreno for bastante impróprio, os gastos com as obras de terraplenagem podem vir a serem bastante significativos.

O principal objetivo no projeto de terraplenagem é ajustar o volume de corte com o volume de aterro de maneira a evitar o emprego de materiais de jazidas alternativas (na falta de solo suficiente) ou a existência da necessidade de bota-fora (no caso de corte em excesso), ajustando o greide da pista de maneira a compatibilizar tais valores.

Como trata-se de um ponto bastante dependente do cenário a ser estudado não é viável o levantamento de um "custo médio de terraplenagem por rodovia" uma vez que este é extremamente variável.

Neste caso, optou-se por apresentar alguns custos de serviços que compõem a etapa de terraplenagem com o objetivo de apresentar uma comparação com o custo de um pavimento e demonstrar que, em relação aos custos de um pavimento, estes valores são pouco significativos, com a exceção de obras extremamente faraônicas.

A tabela 5 extraída do DER - Departamento de Estradas e Rodagens - apresenta alguns valores de serviços na etapa de terraplenagem [16]:

Tabela 5. Valores de alguns serviços de Terraplenagem

Serviço	Unidade	Valor (R\$)
LIMP.TERRENO SEM DESTOCAMENTO DE ARVORES	m ²	0,21
LIMP.TERRENO C/DEST.ARV.PERIMETRO<=78CM	m ²	0,55
RASPAGEM DO TERRENO	m ²	0,58
ESCAVACAO E CARGA DE MATERIAL DE 1/2A CATEGORIA	m ³	3,73
ESCAV.CARGA MATERIAL DE 2 CAT. C/ RIPPER	m ³	5,13
ESCAV.CARGA MATERIAL 2 CAT.C/EXPLOSIVO	m ³	14,80
ESCAVACAO E CARGA MATERIAL 3 CATEGORIA	m ³	24,28
TRANSPORTE DE 1/2 CATEGORIA ATE 5 KM	m ³ *km	1,28
TRANSPORTE DE 1/2 CATEGORIA ATE 15 KM	m ³ *km	0,94
ESPALH.ADENS.MATERIAL DE FUND.DE ATERRO	m ³	1,40

Comparando-se estes valores com, por exemplo, o preço do m³ do concreto asfáltico que está entorno de R\$ 300, observa-se que a etapa de terraplenagem cobre cerca de 7 a 12% do custo do pavimento para um terreno relativamente regular.

Pavimento

Para o levantamento do orçamento da estrutura de um pavimento, primeiramente é necessário determinar suas características, como as espessuras das camadas de materiais (que dependem da capacidade de suporte desejada para a estrada), número de pistas e, principalmente, o tipo de pavimento que será empregado, que pode figurar entre pavimentos rígidos (com revestimento de CCP - Concreto de Cimento Portland), pavimentos semi-rígidos ou pavimentos flexíveis (com revestimento de CA - Concreto Asfáltico).

Como a finalidade do projeto é estimar o custo de uma rodovia que se destine a competição inter modal de transporte de cargas, a primeira consideração a ser feita é que esta deve ter capacidade para suportar o tráfego relativamente intenso de veículos de grande porte como caminhões de carga, logo sua capacidade estrutural corresponde ao de uma rodovia de tráfego pesado segundo classificação do DNIT.

O outro ponto a ser determinado é o número de pistas que esta possuirá. Sendo uma rodovia destinada ao tráfego pesado e que figure como importante veículo de integração, espera-se que esta possua duas pistas por mão de deslocamento, além de um acostamento pavimentado, obrigatório em estradas de tal porte.

O último ponto a ser determinado agora, corresponde ao tipo de estrutura e revestimento a ser adotado. Esta análise costuma partir de um estudo relacionando custo, benefício e vida útil do pavimento. Pavimentos com revestimento rígido tendem a ser bem mais oneroso que pavimentos flexíveis, no entanto, possuem vida útil bem mais longa (3 a 4 vezes), e portanto, necessidade de reparos menor.

A base desta etapa está centrada no fato de quanto o dono da obra está disposto a gastar inicialmente. Se os gastos forem poucos (uma pista de revestimento flexível com baixa espessura, por exemplo), o empreiteiro irá arcar com custos de manutenção bastante elevados. Em contrapartida, se o investimento inicial for bem elevado os custos de manutenção serão reduzidos, a questão é qual destas estratégias forneceria o menor custo total dentro do período de projeto desejado para a rodovia e de quanto recurso dispõe o dono da obra no início do projeto.

A maioria dos projetos mostra que salvo algumas exceções, os pavimentos flexíveis apresentam o menor custo global. No nosso próprio cenário nacional é rara a prática de rodovias de revestimento rígido, deixando este tipo de prática para locais mais específicos como pontes (onde deseja-se fazer pouco reparos devido sua vital importância). Logo, a estratégia empregada será adotar um pavimento de revestimento asfáltico de espessura suficiente a permitir um período de projeto de 10 a 15 anos, valor bastante praticado.

Assim, o orçamento será levantado sobre uma rodovia de tráfego pesado, com um total de quatro pistas, além de duas pistas de acostamento, com revestimento de concreto asfáltico.

O trabalho agora então, será determinar a espessura do pavimento e de suas camadas. Para isso o método empregado foi o da AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) o principal órgão americano de estudos de pavimentos no qual o DNIT baseia grande parte de suas análises.

O fundamento do método da AASHTO é de que as principais deformações que ocorrem no pavimento são devido deformação plástica que ocorrem no solo de sub-leito. São estas deformações que se refletem por todo pavimento e são a base da causa de vários defeitos, como os afundamentos em trilha de rodas. Logo, o papel principal da estrutura do

pavimento é suportar as cargas dos eixos de tal maneira que as tensões sejam dissipadas e não atinjam o sub-leito. Assim, um pavimento "fino" permitiria que quase toda a carga fosse transferida ao solo, enquanto um pavimento mais espesso dissiparia as tensões e evitaria que o solo, e por conseqüência o próprio pavimento, se deformasse.

Sem entrar em maiores detalhes sobre a metodologia, a ASSHTO assume que a estrutura total do pavimento deve então ter uma altura total de maneira a dissipar estas tensões. Logo, cada camada contribui com um peso para esta altura chamado de coeficiente k e que traduz o peso da altura relativa que 1cm daquela camada corresponde no total. Na tabela 6 estão descritos alguns índices ks [17].

Tabela 6. Coeficiente K para diferentes componentes do pavimento

Componente do pavimento	Coeficiente k
Base ou revestimento de concreto betuminoso	2,00
Base ou revestimento pré-misturado a quente de graduação densa	1,70
Base ou revestimento pré-misturado a frio de graduação densa	1,40
Camadas Granulares	1,00
Solo cimento com resistência a compressão a 7 dias superior a 45kg/cm ²	1,70
Base de Solo - Cal	1,20

Assim, um revestimento de concreto asfáltico de 10cm contribuiria com 20 cm para a altura total do pavimento uma vez que seu peso é 2,00.

Sem passa por toda metodologia de dimensionamento, um valor usual de altura pavimento obtido pelo método da AASHTO para uma rodovia considerada pesada, com tráfego de veículos de carga figura entre 60cm e 70cm. A AASHTO preconiza que a espessura de revestimento mínima para tal pavimento não deve ser inferior a 12,5cm, isto deve ser mencionado pois, por se tratar do componente mais caro do pavimento é usual que o projetista empregue camadas mais espessas dos elementos menos nobre, como brita e solo compactado estabilizado.

As camadas usuais constituintes de um pavimento base são um revestimento (neste caso concreto asfáltico), uma base (podendo ser uma brita graduada) e uma sub-base de solo cimento.

Logo, para o orçamento do pavimento foi adotada uma solução bastante convencional ilustrada na tabela 7.

Tabela 7. Solução para o pavimento

Camada	Material	Altura (cm)	Coef. k	Altura total (cm)
Revestimento	Concreto Asfáltico	12	2,00	24
Base	Brita Graduada	20	1,00	20
Sub-Base	Solo estabilizado	26	1,00	26
			Altura Total	70

Determinadas as camadas, deve-se agora determinar o volume de material utilizado. Como se trata de uma pista com quatro faixas mais duas de acostamento e sabendo que as faixas devem apresentar uma largura de 3,0m, com exceção do acostamento que pode ser reduzido (será adotado 2,5m), a estrada terá uma largura total de 12 metros de pista mais 5 de acostamento.

Esta distinção é feita pois o acostamento pode ter capacidade estrutural reduzida, sendo comum a não execução da base (o revestimento deve ser mantido), a fim de reduzir-se custos. A figura 2 demonstra a disposição do pavimento.

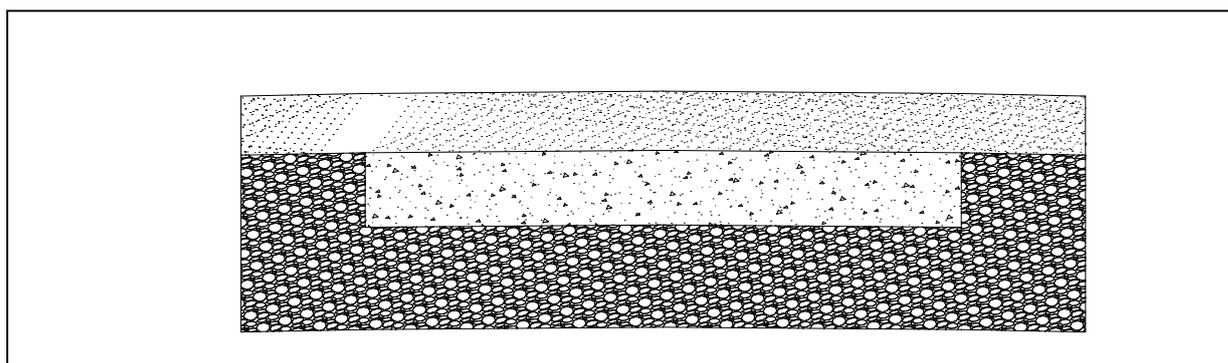


Figura 2. Disposição do pavimento

Os volumes de cada camada são determinados na tabela 8.

Tabela 8. Volumes de cada camada

Camada	Altura (m)	Comprimento (m)	Volume de Material (m ³)
Revestimento	0,12	12	1,56
Base	0,20	12	2,4
Sub-Base	0,26	17	4,42
Sub-Base	0,20	5	1

Na tabela 9 são demonstrados preços sugeridos para os componentes descritos acima, extraídos da tabela do DNIT:

Tabela 9. Valores para cada componente

Componente	Un.	Valor
CONC.ASF.US.QUENTE - BINDER GRAD.A S/DOP	m ³	R\$ 294,03
IMPRIMADURA BET. IMPERMEABILIZANTE	m ²	R\$ 2,41
BASE BRITA GRAD. SIMPLES	m ³	R\$ 67,86
SUB-BASE OU BASE SOLO CIM 4% - USINA	m ³	R\$ 57,08
SUB-BASE	m ³	R\$ 67,86

Compondo estes valores, chega-se ao custo do metro de pavimento.

Tabela 10. Custos do pavimento

Camada	Volume (m ³)	Custo / m ³	Custo Total
Revestimento	1,44	R\$ 294,03	R\$ 371,52
Base	2,40	R\$ 67,86	R\$ 162,87
Sub-Base	4,42	R\$ 57,08	R\$ 252,49
Adição de Imprimadura	----	R\$ 2,41	R\$ 2,41
		TOTAL Pavimento	R\$ 789,29
		Terraplenagem*	+12%
		TOTAL	R\$ 884,00

* Valor médio de terraplenagem para um cenário convencional sugerido pelo DNIT

4.3 Ferrovias

O levantamento de custo de uma ferrovia é bastante semelhante ao de uma rodovia, uma vez que as etapas de projeto são bastante semelhantes, incluindo as etapas de terraplenagem (um pouco mais elaboradas devido a necessidade de se evitar grandes declives e aclives), desde as etapas de preparação da base estrutural da ferrovia, que é constituída geralmente de uma base de brita uniforme bastante espessa, chamada de lastro com espessura entre 25 a 35 cm, cujo objetivo é, além de servir de suporte, permitir a rápida percolação da água, seguida de uma camada de brita de menor graduação, denominada sub-lastro, cujo objetivo é evitar o bombeamento de finos do solo.

O grande responsável pelo custo de uma ferrovia sem dúvida é o aço, que constitui grande parte do custo da obra, assim como os elementos que compõem os trilhos como dormentes, que podem ser de concreto ou madeira e cravos.

A figura 3 demonstra um esboço da estrutura de uma ferrovia.

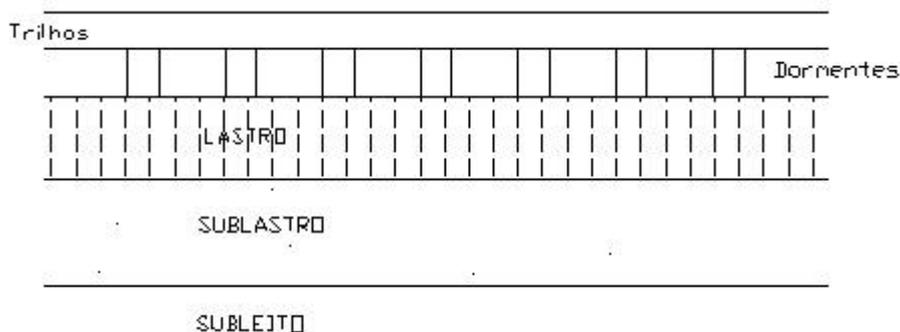


Figura 3. Esboço da estrutura de uma ferrovia.

O espaçamento entre os dormentes pode variar de 480mm a 790mm, sendo comum a prática de valores em torno de 600mm. Para esta estimativa adotou-se um espaçamento de 625mm, o que equivale a 1600 dormentes por quilômetro. O comprimento destes para uma ferrovia de bitola de 1,6m (a bitola prática no Brasil que produz melhor funcionalidade) é entre 2,3m a 2,8m, sendo que os dormentes de maior comprimento apresentam melhor eficácia [18].

Quanto ao lastro e sublastro, as espessuras comuns praticadas são de 25cm para o lastro e 20cm para o sublastro em algumas ferrovias brasileiras. No entanto, será adotado um valor de 30cm para o lastro devido o emprego do transporte de cargas. O lastro não é executado inteiramente vertical tendo uma caída com ângulo de caimento de cerca de 30°.

Na figura 4 é apresentado um esquema em perfil de uma ferrovia.

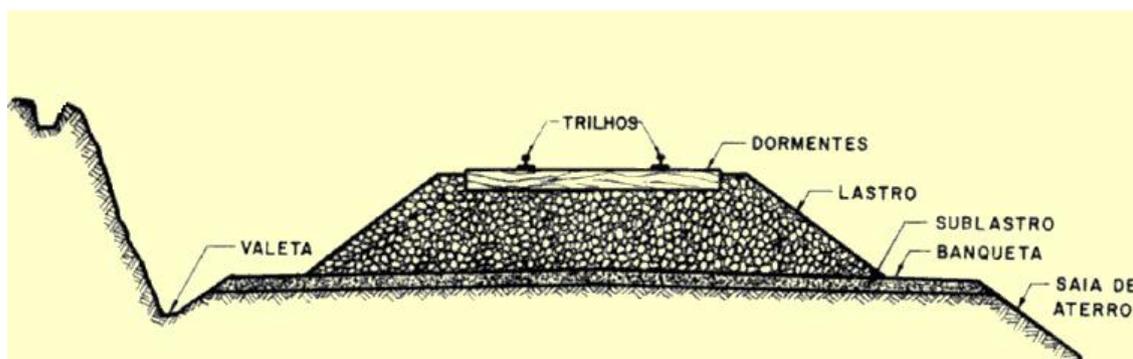


Figura 4. Esquema em perfil de uma ferrovia.

A descrição dos materiais empregados fica assim:

- Dormentes: 1,6 dormentes/metro com comprimento de 2,8 metros, sendo estes de concreto;

- Lastro: constituído de brita bem uniforme com comprimento superior do talude de 3,2 metros, base de 3,8 metros e altura de 30cm, apresentando um volume de $1,05\text{m}^3/\text{m}$ de ferrovia;

- Sublastro: constituído de brita de menor graduação que o lastro com comprimento de 3,8 metros e altura de 20cm, apresentando um volume de $0,76\text{m}^3/\text{m}$

No entanto, é importante fazer uma consideração quanto a implantação de um empreendimento ferroviário que são os trabalhos de terraplenagem, que em comparação com uma rodovia, são bem mais onerosos devido as limitações do próprio modal, representando entre 19 a 30% da orçamento. A VALEC- Engenharia, Construções e Ferrovias S.A (responsável pela Ferrovia NorteSul), por exemplo, estima que o custo do quilômetro da ferrovia fique entorno de R\$ 1700,00 por metro.

A tabela a seguir apresenta a composição de custos da estrutura da ferrovia:

Tabela 11. Custos do pavimento para ferrovias

Camada	Medida / m	Custo / unidade	Custo Total
Lastro	$1,05\text{m}^3$	R\$ 75,33 / m^3	R\$ 79,01
Sublastro	$0,76\text{m}^3$	R\$ 67,86 / m^3	R\$ 51,57
Dormentes	1,6 un	R\$ 31,05	R\$ 49,68
Trilhos + cravos	112kg	R\$ 9,50 / kg	R\$ 1064,00
		TOTAL	R\$ 1244,26
		Terraplenagem*	+25%
		TOTAL	R\$1555,32

* Valor médio de terraplenagem para um cenário convencional sugerido pela VALEC [19]

4.4 Hidrovias

Levantar o custo médio de uma hidrovia é um tanto quanto mais complicado devido a ocorrência de variáveis acidentais como existências ou não de eclusas (que dependem bastante do tipo de percurso e a existência ou não de barragens), necessidade de alteração das margens e do leito dos rios, necessidade de portos e ligações intermodais. Dentre os modais, certamente o custo do hidroviário é o que está mais sujeito a variações dependendo do tipo de cenário utilizado.

Na abordagem mais correta, o custo de implantação do modal hidroviário deriva de uma série de procedimentos. Em primeiro lugar, são estudados os projetos e obras de implantação de uma via navegável, em um rio de corrente livre e a análise do custo benefício das diversas alternativas, obtidas com embarcações de diferentes portes. Essa implantação implica no traçado da rota, estabelecimento de gabaritos de navegação, identificação dos trechos a serem dragados e derrocados, determinação dos respectivos volumes, cálculo dos custos de investimentos e técnicas de balizamento e sinalização. Para implantação de hidrovias em rios canalizados deverão ser estudados todos procedimentos a serem adotados na escolha dos locais onde deverão ser implantadas as barragens de maneira que não venha a prejudicar, de forma definitiva e irreversível, as regiões banhadas pela bacia hidrográfica canalizada. Há ainda que se abordar as obras de transposição de desníveis, que são, na maioria das vezes as eclusas simples, em locais onde se prevê desnível inferior a 30 metros. Para desníveis maiores tem-se as escadas de eclusas, constituídas pôr um conjunto de duas ou mais eclusas e um ou mais canais intermediários que são projetados na barranca do rio, a jusante da barragem.

Devido a grande complexidade de tal análise, ao invés de levantar-se o custo através de um trabalho de custos de serviço unitário, optou-se por apresentar algumas das principais hidrovias do país e seus respectivos custos médios.

Hidrovia Paraguai-Paraná [20]

A hidrovia Paraguai-Paraná, que teve grande importância no período colonial e imperial, está buscando agora recuperar sua vocação de ligação entre o centro do país e o oceano Atlântico, sem que com isso seja prejudicada a beleza natural do Pantanal. Essa região do centro-oeste brasileiro tem grande potencial agrícola, porém não conta com um sistema de transporte eficiente o que impede a competitividade e o aumento da produção. Segundo alguns especialistas, espera-se que para o futuro a utilização da hidrovia se revele a melhor maneira e a mais barata para se transportar grandes cargas para diversas regiões. A redução de custo e a melhoria da infra-estrutura resultarão no aumento da produção.

A hidrovia Paraguai-Paraná liga a cidade de Cáceres em Mato Grosso, região produtora de soja, a Buenos Aires, são 3442 km de extensão. Essa hidrovia tem um grande potencial de desenvolvimento principalmente para o escoamento das safras de grãos. Com a globalização da economia e a livre concorrência o preço do serviço se tornou

fundamental, surgiu então a necessidade de reduzir custos e integrar o Brasil no mercado internacional. O meio de transporte hidroviário é considerado ideal para grande distância e volume de carga e está sendo utilizado em quase todas as economias desenvolvidas do mundo como a dos Estados Unidos e Europa.

Com o aumento na década de 90 da produção de soja no centro-oeste, a hidrovía Paraguai-Paraná se tornou a opção mais barata de transporte na região. O custo estimado total da obra é de US\$ 1,3 bilhão, financiados pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD).

Segundo os dados correntes do Ministério dos Transportes além dos 3442 km, a obra é constituída de outras obras como 23 portos e terminais, 10 principais entroncamentos intermodais e 4 pontes.

Hidrovía Tietê-Paraná [21]

A integração entre as hidrovias do Tietê e do Paraná ocorreu em 1992, com o enchimento do reservatório Três Irmãos e com o canal artificial de Pereira Barreto de 9,6 km com um custo de R\$ 100 milhões investidos pelo governo estadual. Atualmente, a hidrovía Tietê-Paraná é administrada pelo Departamento Hidroviário da Secretaria dos Transportes do Estado de São Paulo e é constituído por um sistema de navegação formado por um conjunto de eclusas (num total de 10), dispostas em cascata, unindo diversos lagos de usinas hidrelétricas situados nos rios Tietê e Paraná e que abrange trechos dos rios Grande, Paranaíba e Paranapanema. A maior parte da rota navegável se dá nos reservatórios.

Apesar de importante, a obra possui a maior parte de sua capacidade limitada pelo calado dos rios, como ocorre no canal de Guaíra, onde o calado máximo é de dois metros, e pela ausência de algumas obras importantes como a corrente necessidade de uma eclusa na usina de Itaipu possibilitando assim, o transporte mais ao sul chegando a cidades como Montevideu e Buenos Aires, no entanto existem dúvidas sobre a viabilidade técnico-econômica desse projeto dada a necessidade de se vencer um desnível significativo.

O principal porto em termos de movimentação de carga é o porto de São Simão, que possui empresas transportadoras, equipamentos de embarque e está localizado às margens do rio Paranaíba, no ponto extremo norte da hidrovía integrando o estado de Goiás ao

sistema. Os terminais de Pederneiras são especializados no desembarque de soja e tem acesso ferroviário ao Brasil Ferrovias, assim como o porto de Panorama, no extremo oeste do estado de São Paulo. (fonte: Evolução Recente do Transporte Hidroviário - Sander Magalhães Lacerda).

A hidrovia possui atualmente 13 desmembramentos, sendo que 5 deles ocorrem em eclusas e 8 deles em pontes e cada um destes eleva o tempo de viagem em cerca de uma hora e vinte minutos. Segundo análises, são necessários R\$ 73 milhões para se eliminar o problema com as pontes.

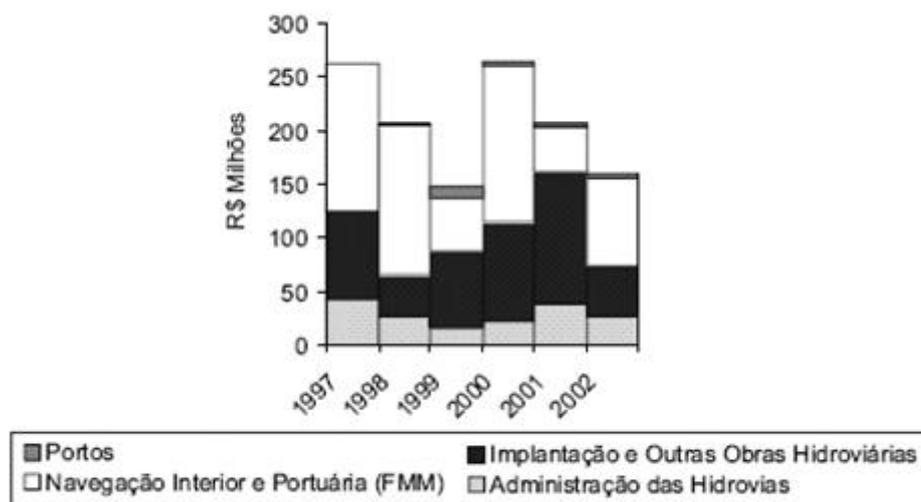
Em termos de custos, a hidrovia tem sido alvo de investimentos Federais que se aproximam da cifra de R\$ 2 bilhões nas últimas cinco décadas e outros R\$ 7,8 bilhões que partiram da iniciativa privada. Os investimentos públicos foram destinados à construção de 10 eclusas, instalações de segurança para navegação e barragens, balizamento e sinalização das rotas de navegação, entre outras. Estima-se que cerca de R\$ 1,6 bilhões foram destinados somente às obras de eclusas.

Outras Análises [22]

Para completar esta análise de custo a seguir são apresentados diversas informações colhidas dos anuários no período de 1997 a 2002 através do sistema de pesquisa do Orçamento da União disponibilizado pelo site do Senado Federal. Os valores colhidos estão deflacionados pelo IGPDPI tendo como base o mês de dezembro do ano de 2002. Estes recursos forma destinados a diversos tipos de obras relacionados ao modal hidroviário.

O gráfico a seguir mostra a repartição dos recursos do Orçamento da União no respectivo período, destinados pelo FMM (Fundo da Marinha Mercante) à implantação e outras obras, à administração das hidrovias e ao financiamento à navegação interior e portuária (que não é de nosso interesse). Dos R\$1,3 bilhão liquidados nesse período, 14% referem-se à administração de hidrovias e outros 36% referem-se à implantação e a obras hidroviárias.

Gastos Federais em Hidrovias – 1997/2002

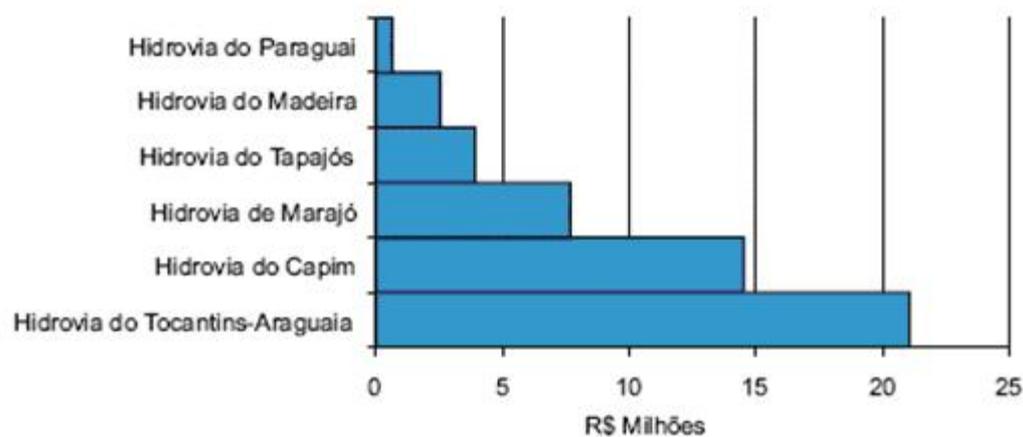


Fonte: Orçamento da União, em <http://www3.senado.gov.br/orcamento>.

Figura 5. Gráfico dos gastos federais em hidrovias

Do total de R\$ 456 milhões de recursos do Orçamento da União em obras hidroviárias, entre 1997 e 2002, 84% referem-se a obras de construção de eclusas. Dentre estas, as eclusas em construção de Tucuruí, Jupia e Lajeado tiveram recursos federais acumulados no período de, respectivamente, R\$ 268 milhões, R\$ 70 milhões e R\$ 44,5 milhões. A figura 6 demonstra os gastos com as obras de implantação de algumas hidrovias.

Gastos Federais Acumulados com Implantação de Hidrovias – 1997/2002



Fonte: *Orçamento da União*, em <http://www3.senado.gov.br/orcamento>.

Figura 6. Gráfico dos gastos federais acumulados com implantação de hidrovias.

Vê-se que as obras de melhorias da navegação e as obras complementares nas hidrovias do São Francisco, Madeira e Paraguai consumiram, no período, R\$ 35 milhões. O outro gráfico demonstra demais gastos com obras hidroviárias.

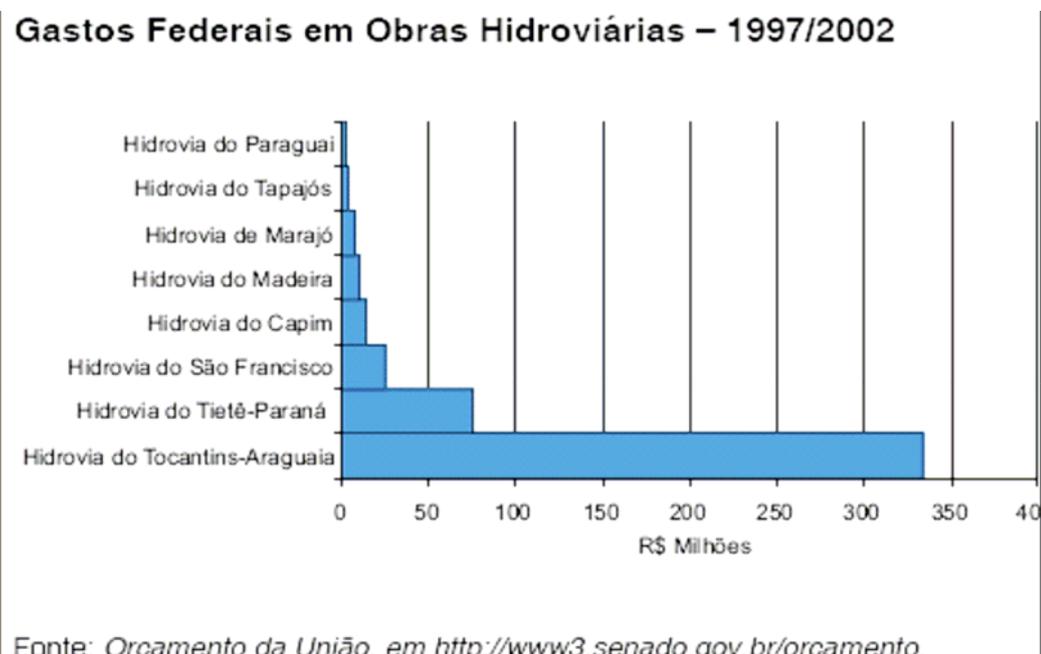


Figura 7. Gráfico dos gastos federais em obras hidroviárias.

Por fim, é apresentado um quadro bastante ilustrativo na tabela 12 extraído de uma análise apresentada pelo "estudo do ex secretário do" Ministério dos Transportes "senhor Paulo Sérgio Oliveira Passos", onde é discretizado o valor do custo de implantação diversas hidrovias [22].

Tabela 12. Custo de Implantação de hidrovias

Hidrovia	Custo de Implantação (R\$ x 10 ³)	Trecho Beneficiado (km)	R\$ médios de 2002
			Custo Unitário de Implantação (R\$ x 10 ³ /km)
Branco-Negro	38000	750	50.7
Guaporé-Madeira	891500	3056	291.7
Capim-Guamá	15300	372	41.1
Marajó	42000	306	137.3
Teles Pires-Tapajós	255000	1043	244.5
Tocantins-Araguaia	1047098	3040	344.4
Parnaíba	55000	820	67.1
Grande-São Francisco	22280	1841	12.1
Paraguai	6500	1275	5.1
Paraná	15000	1060	14.2
Lagoa Mirim-Taquari	7500	260	28.8
Total	2395178	13823	173.3

4.5 Análise Comparativa de Custos

Diante dos resultados obtidos acima pode-se levantar um quadro comparando as estimativas de custo médio para a implantação de cada modal, como na tabela 13.

Tabela 13. Custos aproximados para cada modal

Modal	Custo/m
Rodovia	R\$ 884,00
Ferrovia	R\$ 1555,32
Hidrovia	R\$ 344,00

A tabela 13 consiste em custos aproximados para cada modal, escolhidos para um cenário convencional sem maiores particularidades que venham a alterar significativamente o custo do empreendimento viário.

Tanto para a Rodovia e Ferrovia, foram adotados, conforme metodologia descrita anteriormente, custos médios de terraplenagem em relação ao pavimento, enquanto que para a hidrovía foi adotado o custo médio do empreendimento Tocantins-Araguaia que, como será descrito mais adiante, consistirá em um dos focos de estudo do cenário.

No entanto, pode-se já fazer algumas inferências sobre os resultados apresentados. Observa-se que o empreendimento hidroviário, mesmo assumindo um dos valores mais onerosos apresentados, tende a ter um custo de implantação bem menor que os outros modais terrestres.

Como inferido anteriormente, o empreendimento ferroviário é o mais caro dentre os três modais, principalmente devido aos componentes de ferro e concreto que encarecem o empreendimento.

Quanto aos custos de manutenção a tabela 14 sintetiza os dados referentes a cada modal:

Tabela 14. Custos de Manutenção para cada modal

Modal	Custo manutenção / km
Rodovia	R\$ 3119,20
Ferrovia	R\$ 1559,60
Hidrovía	R\$ 389,90

Fonte: Dados para hidrovía retirados do Ministério dos Transportes, demais valores extraídos da pesquisa "Inovações" do IPEA. [23]

Pode-se observar que, como sugerido no início da análise, a rodovia exige maior valor de custo devido as características de vida útil do modal estarem bastante ligadas á fatores de intempéries e degradação do pavimento. Já a hidrovía, cujo veículo de transporte é o próprio rio, exige menor manutenção que os outros modais terrestres.

5. Escolha do Cenário

O Centro-Oeste brasileiro tem passado por profundas transformações socioeconômicas, a partir dos anos 80, e atualmente destaca-se como uma grande fronteira para o desenvolvimento econômico do país o que pode ser visto pelos altos índices obtidos na produção e exportação de grãos, como na geração de emprego e renda.

Visando promover um maior desenvolvimento da região Centro Oeste, foram estruturados dois eixos que integram o país de Norte a Sul. O eixo Araguaia-Tocantins que abrange os estados de Goiás, Tocantins, Maranhão, Pará e Mato Grosso é importante na integração intermodal entre o sistema ferroviário do norte e o rodoviário do Centro-Oeste.

Já o eixo Oeste, é um eixo que integra o extremo oeste com a região central do Brasil, fundamentalmente através de rodovias. Esses dois eixos buscam criar vínculos econômicos entre as regiões brasileiras, viabilizados pelos investimentos em curso ampliam a malha multimodal de transportes, de modo a oferecer alternativas de escoamento da produção do Cerrado e de internacionalização de produtos por diversos portos. Trata-se, portanto, de um espaço para os investimentos estratégicos em infra-estrutura econômica moderna de energia, telecomunicações e transportes para sustentar uma integração permanente com os mercados nacional e internacional.

No Centro-Oeste, a construção da linha de transmissão Norte-Sul e da Hidrovia Araguaia-Tocantins são decisivas para a expansão do agronegócio na região.

O Cenário escolhido para o estudo foi a região do Estado do Tocantins onde estão presentes a BR-153, os rios Araguaia e Tocantins e além disso está projetada a Ferrovia Norte-Sul que passará entre a rodovia e o rio Tocantins.

Desde 1988, quando foi criado, o Estado do Tocantins recebe fortes investimentos em infra-estrutura destinada, entre outras coisas, a realização de serviços de transporte. A economia da região é basicamente constituída pela atividade agropecuária e, segundo o IBGE – 2003, em 1999, o Tocantins foi responsável por apenas 0,22% do PIB brasileiro. Isso é mais um motivo para que esforços públicos e privados sejam realizados com o intuito de promover crescimento e desenvolvimento econômico neste Estado [1].

Devido a sua posição central no país, Tocantins se caracteriza como eixo básico de uma rota de trânsito que interliga centros comerciais a canais internos e externos de distribuição comercial. Com o melhoramento da infra-estrutura de transporte, conseqüentemente haverá redução de custos na aquisição de insumos e no escoamento da produção aumentando a competitividade local e regional frente aos mercados doméstico e estrangeiro.

Portanto, é de extrema importância a existência de um sistema de transportes de boa qualidade e capilaridade para que se possa aproveitar da melhor maneira possível as potencialidades do Estado.

Atualmente, o transporte é feito basicamente através da rodovia BR-153 a qual apresenta trechos em situação precária. Além da rodovia, existem os projetos da Hidrovia Araguaia-Tocantins e da Ferrovia Norte – Sul (FNS). A figura 8 ilustra a infra-estrutura pública atual e projetada de transporte do Estado.

Tabela 15. Distribuição da malha Rodoviária de Tocantins – 31.08.2000 [2]

	Federal	Estadual	Estadual Transitória	Municipal	Total
Planejada	571.4	2,023.9	-	6,835.0	9,430.3
Leito Natural	170.4	5,593.2	64.0	15,764.0	21,591.6
Em Obras					
Implant.	56.6	-	-	-	56.6
Implant.	244.4	377.0	-	35.0	656.4
Em Obras					
Pavim.	115.0	1,072.2	104.2	-	1,291.4
Sub Total	586.4	7,042.40	168.2	15,799.0	23,596.0
Pista Simples	1,080.0	2,114.7	262.3	-	3,457.0
Em Obras					
Duplic.	-	-	-	-	-
Pista Dupla	7.4	6.5	-	-	13.9
Sub Total	1,087.4	2,121.20	262.3	-	3,470.9
TOTAL	2,245.2	11,187.50	430.5	22,634.0	36,497.2

A construção da hidrovía Araguaia-Tocantins e da ferrovia Norte-Sul é de extrema importância para a consolidação do projeto de transporte intermodal que os agentes econômicos públicos e privados locais idealizam para o Estado. Além disso, a FNS irá se interligar com a Ferrovia Carajás e com o porto de Itaqui, no Maranhão, favorecendo a comunicação com mercados exteriores e a hidrovía Tocantins-Araguaia, através do Rio das Mortes, se comunicará com o Centro Oeste do País onde se encontram os maiores produtores de soja do país.

Fica claro então, que é de fundamental importância a implantação de um sistema de infra-estrutura de transportes adequado para que não só a região do Tocantins, mas também as regiões circunvizinhas passem a gerar maior lucro para o país.

O projeto da hidrovía Araguaia-Tocantins consiste em obras de dragagem, balizamento e retirada de pedras do leito dos rios Tocantins, Araguaia e das Mortes, associadas à pavimentação de 155 km da BR-153, entre São Geraldo e Marabá (PA) e à construção de um trecho de 120 km da ferrovia Norte-Sul, entre Imperatriz e Estreito (MA) [2].

A sinalização e o balizamento já foram concluídos. A dragagem e a retirada de pedras do leito dos rios estavam em andamento, mas agora estão paralisadas devido a problemas com o EIA/RIMA. Já foi implementado mais da metade do trecho da ferrovia Norte-Sul e cerca de 40% das obras de pavimentação da BR-153.

Esse empreendimento viabiliza a conexão dos rios com as ferrovias Norte-Sul e de Carajás. Após a implantação, permitirá a movimentação de 11 milhões de toneladas de cargas por ano. O frete será reduzido em 30%. Com isso, haverá uma redução no preço final e um aumento de competitividade dos produtos agrícolas do Mato Grosso, Goiás, Tocantins, Pará, Maranhão, oeste do Piauí e da Bahia no mercado mundial [2].

Uma extensa área do cerrado brasileiro será beneficiada com ocupação econômica e social, com a criação de pólos de turismo e agroindustriais e com a geração de novos empregos.

A tabela 16 mostra a extensão que existe ou que está projetada para cada um dos modais no Estado do Tocantins.

Tabela 16. Os modais e suas extensões no Estado do Tocantins [9]

Modal	Extensão (km)	Condição Atual
BR-153	803	concluída
FNS	675	projeto
Hidrovia (Rio Tocantins)	440	projeto
Hidrovia (Rio Araguaia)	730	projeto

O empreendimento está a cargo do Ministério dos Transportes.

No entanto, será utilizada uma extensão de 500km para os levantamentos dos impactos ambientais e suas respectivas valorações. Este valor de extensão foi adotado com o objetivo de uniformizar as análises e evitar que as extensões diferentes prejudiquem os dados.

5.1 Rodovia BR-153

A Rodovia BR-153 está atualmente em operação e corta o Brasil de Norte a Sul passando pelos Estados do Pará, Tocantins, Goiás, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. A figura 9 mostra a rodovia e os Estados que ela corta.



Figura 9. Rodovia BR-153.

Na área em estudo, região de Tocantins, a rodovia apresenta alguns trechos problemáticos onde seriam necessárias manutenções. A tabela 17 mostra os trechos e como se encontram atualmente.

Tabela 17. Trechos da rodovia BR-153 no Estado de Tocantins – 10/20005 [2].

Alerta	Trecho	Km	Condição	Obs
	ENTR TO-164 (DIV PA/TO) (XAMBIOÁ) - ENTR BR-226/TO-010 (VANDERLÂNDIA)	0 ao 88,9	Sinalização vertical boa, sinalização horizontal boa, pavimentação boa, acostamento pavimentado bom.	Contrato de conserva em andamento
	ENTR BR-226/TO-010 (VANDERLÂNDIA) - ENTR TO-222 (ARAGUAÍNA)	88,9 ao 141,3	Sinalização vertical e horizontal regulares, pavimentação bom, acostamento pavimentado bom.	Contrato de restauração e manutenção em andamento.
	ENTR TO-222 (ARAGUAÍNA) - ENTR TO-335 (COLINAS)	141,3 ao 247,6	Pavimentação regular, sinalização vertical e horizontal regulares, e acostamento pavimentado regular.	ATENÇÃO EM OBRAS DE DUPLICAÇÃO (perímetro urbano Araguaína, km 138,6 AO km 151,5). Tráfego desviado rua lateral. OBRAS DE RESTAURAÇÃO (Km 146 ao Km 198) com tráfego alternado somente em meia pista, PARE/SIGA.
	ENTR TO-335 (COLINAS) - ENTR TO-342/446 (MIRANORTE)	247,6 ao 413,2	Sinalização vertical e horizontal regulares, pavimentação regular, acostamento regular.	OBRAS DE RESTAURAÇÃO (Km 360 ao Km 413,2) com tráfego alternado somente em meia pista, PARE/SIGA.
	ENTR TO-342/446 (MIRANORTE) - FIM PISTA DUPLA (PARAÍSO)	413,2 ao 494,2	Pavimento bom, acostamento bom, sinalização vertical e horizontal boa, do Km 425 ao Km 427 irregular.	Contrato de manutenção e restauração, em andamento.
	FIM PISTA DUPLA (PARAÍSO) - ENTR TO-255(B) (P/PORTO NACIONAL)	494,2 ao 556,7	Sinalização vertical e horizontal boas, pavimentação boa, acostamento pavimentado bom.	CREMA - contrato de manutenção e restauração, em andamento.
	ENTR TO-255(B) (P/PORTO NACIONAL) - FIM PISTA DUPLA *TRECHO URBANO*	556,7 ao 673,6	Sinalização vertical e horizontal boas, pavimentação boa, acostamento pavimentado bom.	CREMA - contrato de manutenção e restauração, em andamento.
	FIM PISTA DUPLA - ENTR TO-420 (FIGUEIRÓPOLIS)	673,6 ao 722	Sinalização vertical e horizontal boas, pavimentação boa, acostamento pavimentado bom.	CREMA - contrato de manutenção e restauração, em andamento.
	ENTR TO-420 (FIGUEIRÓPOLIS) - ENTR TO-296(A)/373 (ALVORADA)	722 ao 763,5	Sinalização vertical e horizontal boas, pavimentação boa, acostamento pavimentado boa.	CREMA - contrato de manutenção e restauração, em andamento.
	ENTR TO-296(A)/373 (ALVORADA) - DIV TO/GO	763,5 ao 803,6	Sinalização vertical boa, sinalização horizontal boa, acostamento pavimentado bom.	CREMA - contrato de manutenção e restauração, em andamento.

Boa Viagem

Atenção

Cuidado

5.1.1 Benefícios Analisados

- Redução do “Custo Brasil” com a diminuição do índice de acidentes e o tempo de viagem
- Indutor de desenvolvimento Inter-regional
- Perfeitas condições para trafegabilidade e utilização para o transporte multimodal no corredor Araguaia-Tocantins.

5.2 Ferrovia Norte Sul (FNS) [7]

A Ferrovia Norte-Sul, com 2066 quilômetros de extensão, atravessa o cerrado brasileiro, interligando as regiões Norte e Nordeste à Sul e Sudeste, através das Estradas de Ferro Carajás, Centro-Atlântica, Ferroban e Sul-Atlântica.

A Ferrovia Norte-Sul foi projetada para promover a integração regional, minimizando custos logísticos, impactos ambientais e empregos de recursos públicos; o desenvolvimento sustentável do Brasil Central – 1,8 milhão de km² de cerrados – e para agregar sustentabilidade às concessões ferroviárias outorgadas a concessionários privados entre 1997 e 1998.

Quando totalmente implementada, a Ferrovia Norte-Sul transportará anualmente 12,4 milhões de toneladas de carga, com um custo médio de longo prazo equivalente a US\$ 15/1.000 t.km. Os principais produtos a serem transportados pela ferrovia são minérios, produtos agrícolas e florestais – no sentido Norte-Sul - e combustíveis, fertilizantes e carga geral – no sentido Sul-Norte.

Inúmeros benefícios sociais surgirão da implantação da Ferrovia Norte-Sul. O projeto possibilitará a ocupação econômica e social da extensa região do cerrado brasileiro, 1,8 milhão de km² - viabilizando a implantação de negócios - e induzirá à geração de frentes de trabalho com absorção de mão-de-obra anual equivalente a mais de 750 mil empregos diretos e indiretos, incluindo o período de construção e um período de 20 anos de operações normais.

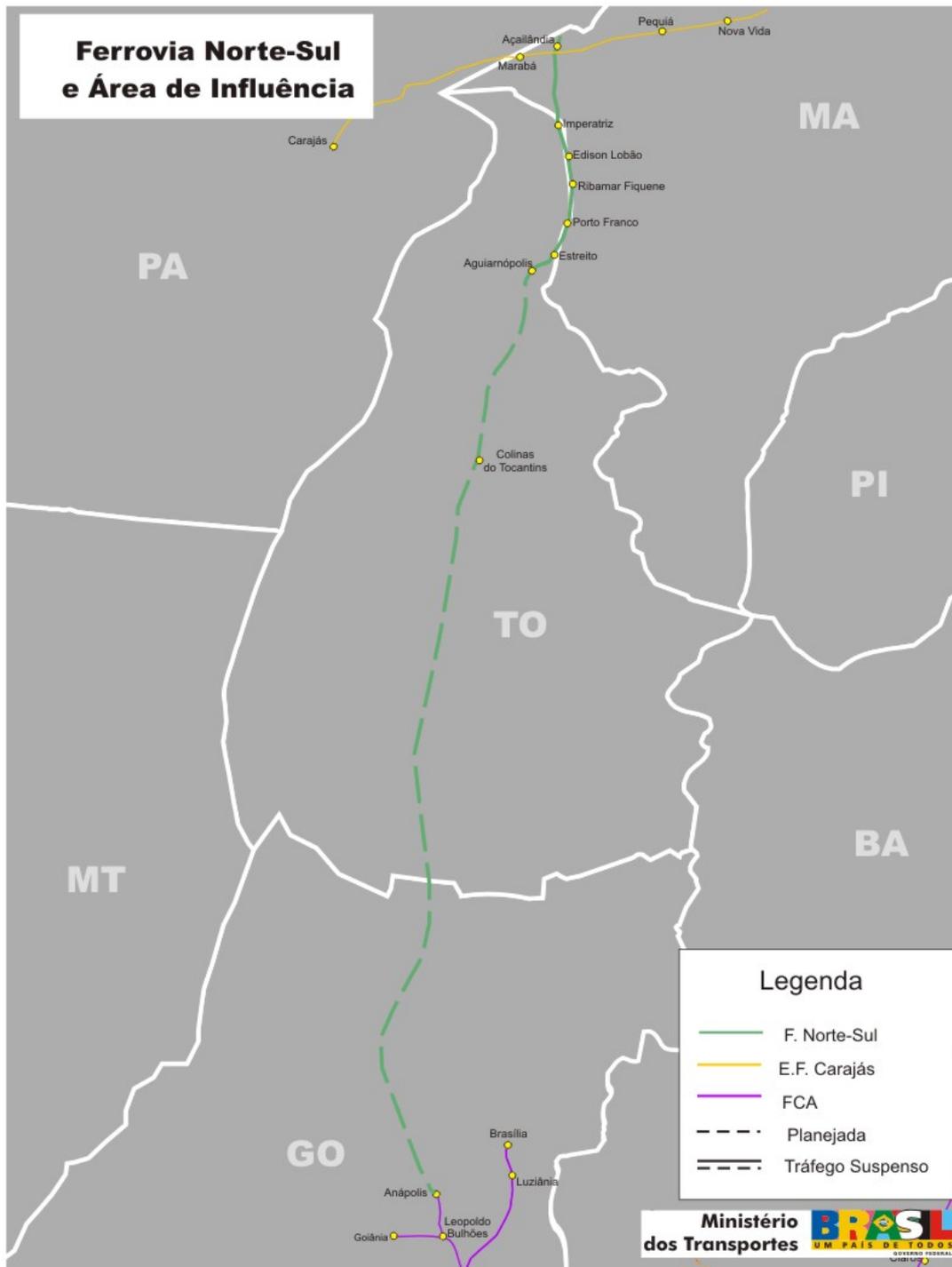


Figura 10. Ferrovia Norte Sul.

Hoje em dia, o governo pretende concluir a ferrovia Norte-Sul recorrendo às chamadas PPP (parcerias público-privadas). O custo de sua conclusão está estimado em 1,8 bilhão de dólares. Uma vez concluída, poderá haver um barateamento do transporte de grãos na região de até 40% em relação ao caminhão o que tornaria imbatível o preço da soja brasileira no mundo.

5.2.1 Impactos Sociais

De forma semelhante ao que ocorre em outros locais onde se instalam grandes projetos, haverá atração de migrantes para as cidades onde a ferrovia tiver estações, pela possibilidade de existência de empregos urbanos e rurais, ou oportunidades de auferir alguma renda. Como conseqüência, surgirá uma elevação na demanda por serviços sociais, habitação etc., sendo necessário realizar avaliações, proposições e implementação de políticas públicas capazes de enfrentar e solucionar essas questões [12].

Populações Indígenas

O estudo de impacto ambiental da Ferrovia Norte Sul lista sete áreas indígenas que serão afetadas por estarem na área de influência do empreendimento (outras que constam no documento são relativas ao projeto da hidrovía Araguaia-Tocantins, que como a ferrovia faz parte do "Corredor de Transporte Multimodal Centro-Norte").

Além dos impactos ambientais que afetam a qualidade de vida desses grupos populacionais, a implantação de vias de transporte tende a provocar um forte impacto cultural negativo, com descaracterização e perda de valores, como resultado da facilitação de contato com a sociedade envolvente[12].

5.2.2 Impactos Ambientais

O impacto ambiental da Ferrovia Norte-Sul é semelhante ao de outras vias terrestres de transporte na região Centro - Oeste do País: na implantação, faixas de vegetação são retiradas, terraplenagens realizadas, pontes construídas, com eliminação de habitats e aumento da dificuldade de trânsito de animais silvestres; na fase de operação, maior exposição dos animais a acidentes e à caça, ampliação das atividades extrativas e da agricultura, fragmentando os habitats naturais da fauna, reduzindo sua área e a diversidade da flora. Essas alterações serão resultantes da disponibilidade de transporte a uma possível incorporação de novas áreas à produção, levando a uma substituição da cobertura vegetal natural por espécies comerciais exóticas, em monocultivos contínuos sobre áreas cada vez maiores. Torna-se imprescindível realizar um estudo e a subsequente aplicação de um zoneamento econômico-ecológico na área de influência do projeto da Ferrovia Norte-Sul, que representa (influência direta e indireta) uma importante parcela do território estadual.

5.2.3 Benefícios Analisados

- Alternativa econômica para os fluxos de carga de longa distância;
- Forte Indutor de desenvolvimento da região;
- Estabelecer uma ligação Inter-regional, integrando o sistema viário que liga todo o Norte do país com o Sul e o Sudeste, formando um grande sistema de transportes voltado, ao mesmo tempo, ao mercado externo e ao mercado interno;
- Papel fundamental no corredor multimodal no eixo Araguaia-Tocantins;
- [8] Registra-se que os últimos estudos de demanda de transportes realizados pela VALEC, entre 1996 e 1997, foram centrados na identificação de cargas inter-regionais entre o Norte e o Sul-Sudeste (transportadas a distâncias maiores do que 1.500km), os quais acusaram a existência de uma demanda de transporte da ordem de 45 milhões de toneladas por ano ao longo do eixo Norte-Sul. Desse total, a FNS tem como meta absorver pouco mais de 30%, ou seja, aproximadamente 15 milhões de toneladas por ano, sendo a carga transportada composta de: commodities minerais e produtos agrícolas partindo do norte em direção ao sul e de combustíveis, fertilizantes e carga geral partindo do sul em direção ao norte. Além disso, como ela já está interligada com a Estrada de Ferro Carajás, da Companhia Vale do Rio Doce, que desemboca no Porto de Itaquí (MA), será o principal meio de escoamento da região, de toda a produção agrícola e mineral destinada ao mercado externo. Ao transportar estas 15 milhões de toneladas/ano (24 trens/dia, com 2.400t de carga cada um), a ferrovia proporcionará a redução da circulação de aproximadamente 1000 carretas por dia no eixo Norte-Sul, com evidentes vantagens ambientais no que se refere à economia de combustíveis, à segurança do tráfego nas estradas, à redução da poluição nas localidades marginais e colaborando para a redução das emissões de gases que contribuem com o efeito estufa;
- Inúmeros benefícios sociais surgirão da implantação da FNS. O projeto possibilitará a ocupação econômica e social da extensa região do cerrado brasileiro, 1,8 milhão de km² - viabilizando a implantação de negócios e induzirá à geração de frentes de trabalho com absorção de mão de obra anual equivalente a mais de 750 mil empregos diretos e indiretos, incluindo o período de construção e um período de 20 anos de operações normais;
- Finalmente, observa-se que a operação da ferrovia proporcionará economia nos gastos governamentais em outros meios de transportes, especialmente nas rodovias, que acusarão menor desgaste e, portanto, menores custos de conservação dos pavimentos.

5.3 Hidrovia Araguaia –Tocantins

Os rios Tocantins e Araguaia atravessam as regiões Centro-Oeste e Norte, comprovadamente dotadas de imensas riquezas minerais, banhando, em extensões superiores a 2.000 km, terras com natural vocação para a agropecuária. Se transformados em hidrovias de grande porte, poderão ser fator determinante da exploração em larga escala desses recursos pela possibilidade de direcionar a produção regional, desde Barra do Garças, no Brasil Central, até um porto flúvio-marítimo no estuário do Amazonas - Vila do Conde, privilegiadamente localizado em relação aos mercados norte-americano, europeu e do Oriente Médio. Mas, para que a produção dessa região apresente condições de competitividade com outras áreas mais próximas do litoral ou dos grandes centros é fundamental a existência de uma via de transportes de baixo custo operacional como a hidrovia pode oferecer [1].

Estudos realizados indicam que a economia alcançada pelo transporte hidroviário com a transposição da barragem de Tucuruí, pelas embarcações, sem quebra do modo de transporte, viabiliza plenamente a conclusão das obras já iniciadas das eclusas, aproximando-se dos indicadores das mega empresas ACBL e MIDLAND, que transportam, cada uma, cerca de 70 milhões de toneladas por ano, a um frete médio de US\$6,00 por tonelada, a cada 1500 km de percurso, ou seja US\$0,004 / ton.km (quatro décimos de centavos de dólar por ton/km).

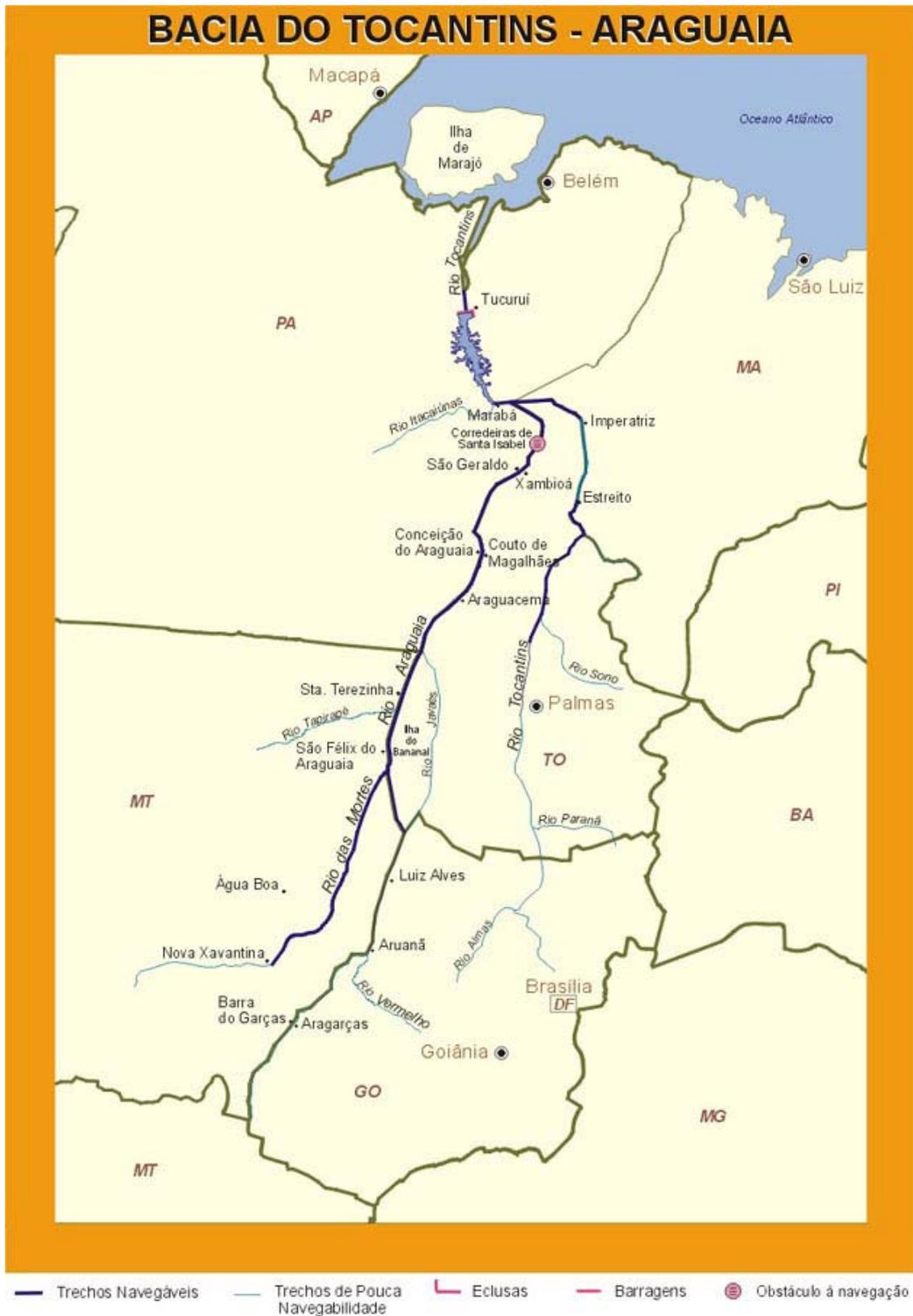


Figura 11. Bacia do Tocantins-Araguaia.

[1] A modalidade hidroviária de transporte é importante para a captação de insumos e para o escoamento dos produtos agrícolas tocaninenses e dos demais Estados que ela tange. A consolidação do Corredor de Transporte Multimodal Centro-Norte, segundo o programa do Governo Federal denominado “Brasil em Ação”, baseia-se no aproveitamento do potencial da Hidrovia Araguaia-Tocantins. Esse projeto objetiva a implantação de um eixo de desenvolvimento de transporte hidro-rod-ferroviário, que liga o planalto central aos portos da baía de São Marcos, no Maranhão e do rio Para, no Pará.

Entretanto, para que os rios Araguaia, Tocantins e das Mortes se tornem vias permanentemente navegáveis são necessárias intervenções como dragagem e/ou derrocamentos, sinalizações e balizamentos.

A Hidrovia projetada é constituída, como dito anteriormente, pelos rios das Mortes, Araguaia e Tocantins. Os trechos propostos para tráfego das barcaças têm as seguintes extensões: rio Tocantins, 420 quilômetros; rio Araguaia, 1230 quilômetros e rio das Mortes 580 quilômetros. Essa alternativa reduziria em cerca de 5000 km a distância Brasil-Europa (Porto de Roterdã) e Brasil-Japão (via canal do Panamá) para o transporte de grãos do cerrado oriental [1].

5.3.1 Impactos Ambientais e Sócio-culturais

Os principais impactos ambientais, sociais e culturais desse projeto foram estudados e apresentados no Relatório do Painel de Especialistas Independentes coordenado pela Fundação CEBRAC (Galinkin, 2000), que analisou o EIA entregue pelo empreendedor ao Ibama em 1999. Em síntese, pode-se prever uma extensa e grave modificação dos ecossistemas ao longo dos rios Araguaia e das Mortes que seria provocada pela retirada, ainda que parcial, dos travessões rochosos que afloram ao norte da ilha do Bananal. Haveria uma drenagem intensa a montante desses afloramentos, com redução ou extinção das lagoas laterais que se formam durante o período de cheia. Essas lagoas funcionam como "berçários" para a ictiofauna e abrigo para peixes jovens, e seu desaparecimento irá repercutir diretamente no estoque pesqueiro, inclusive com possibilidade de extinção de espécies, e indiretamente na rica avifauna que dele depende. O reflexo na alimentação e saúde das populações indígenas e ribeirinhas também poderá ser considerável, havendo ainda o impacto negativo sobre a cultura dos grupos indígenas que vivem em estreita ligação espiritual e prática com os rios, além da dependência alimentar.

Os impactos indiretos e cumulativos desse projeto contribuirão para agravar ainda mais a situação antes descrita, tanto em termos ambientais quanto a situação das populações locais: o simples anúncio da implantação do projeto atrairá levas de migrantes para a região, em busca de oportunidades de trabalho e melhoria de vida. Isso pressionará a infra-estrutura social das cidades, fazendo cair ainda mais a qualidade do atendimento à saúde e educação, entre outros. O pequeno número de empregos não qualificados que as obras poderão gerar será disputado entre a população local e os novos moradores, sendo grande a possibilidade desses serem mais qualificados que aqueles e, assim, terem maior chance de sucesso. De toda forma, as cidades tenderão a se ampliar surgindo periferias com condições de vida ainda mais precárias que as atuais. Esses pobres buscarão alternativas de sobrevivência, invadindo e desmatando áreas para fazer plantios. Como as propriedades particulares são mais definidas e vigiadas, essa pressão populacional tenderá a se dirigir para áreas indígenas e/ou parques nacionais ou estaduais. Isso irá gerar conflitos sociais que hoje não existem e que tenderão a serem resolvidos em favor dos invasores, dado o apelo "social" da questão. De imediato, pois, serão prejudicadas as populações indígenas, que perderão espaços essenciais ao seu modo de vida e à sua sobrevivência, e a conservação da biodiversidade do Cerrado. Por outro lado, a expansão da fronteira agrícola para a área de influência da hidrovía provocará a radical mudança na cobertura vegetal em uma região que tem os melhores remanescentes naturais do Cerrado, por ter sido pouco antropizada até o momento. A produção de grãos proposta pelo projeto da hidrovía tenderá a alterar grandes extensões de terra, afetando flora, fauna e os recursos hídricos, já que nesse processo nem as nascentes são respeitadas, apesar da legislação vigente. Os empregos rurais gerados são em número extremamente reduzido, na ordem de um emprego permanente para cada 250 hectares plantados de soja, ou um emprego permanente ou temporário para cada 100 hectares (Galinkin, 2000). Como se trata de um negócio altamente capitalizado e tecnificado, e que exige grande escala de produção, hoje na ordem de 500 hectares, no Cerrado, são longínquas as chances do pequeno produtor entrar nesse tipo de cultivo. A tendência é de sua expulsão do campo, seja por venda das terras, nos poucos casos que dispõem de escritura, ou por pressão de grileiros, com grande probabilidade de engrossarem as periferias das cidades, sem perspectiva de sobrevivência.

Populações Indígenas

Cerca de 13.300 pessoas pertencentes a 11 grupos indígenas vivem na região de influência direta e indireta do projeto da hidrovía Araguaia-Tocantins. São 30 terras

indígenas, dos grupos Apinayé, Avá-Canoeiro, Bororo, Javaé, Karajá, Karajá do Norte, Krahô, Krikati, Tapirapé, Xavante e Xerente, distribuídas ao longo de toda extensão do projeto (Ramos, 2000). De acordo com os laudos antropológicos, a implantação desse empreendimento irá, de uma maneira geral, provocar fortes impactos na vida dessa população, alterando a biodiversidade e qualidade das águas, fundamentais para sua sobrevivência, e pressionando suas terras, com grande probabilidade de invasões. Além disso, as modificações nos ecossistemas irão tornar obsoleto grande parte do conhecimento que essas populações têm acerca da natureza, e que são essenciais para suas vidas, e o maior contato com a sociedade envolvente colocará em risco suas culturas [12].

5.3.3 Benefícios Analisados

- Aumento da competitividade da produção da região com outras regiões do país e do exterior, devido à redução do custo no transporte;
- Transporte com menor custo ton/km;
- De fundamental importância para a consolidação do transporte multimodal no eixo Araguaia-Tocantins;
- O frete será reduzido em 30%. Com isso, haverá uma redução no preço final e um aumento de competitividade dos produtos agrícolas do Mato Grosso, Goiás, Tocantins, Pará, Maranhão, oeste do Piauí e da Bahia no mercado mundial;
- Uma extensa área do cerrado brasileiro será beneficiada com ocupação econômica e social, com a criação de pólos de turismo e agroindustriais e com a geração de novos empregos;
- Influenciar positivamente o crescimento e o desenvolvimento dos municípios, Estados e regiões abrangidos pela hidrovia;

6. Valoração Ambiental

6.1 Introdução

Toda obra de grande porte tende a trazer não somente benefícios para a sociedade como também efeitos colaterais que, na maioria dos casos, não chegam a ser percebidos pela população em geral.

Um exemplo claro deste pensamento, são os impactos ambientais causados por tais empreendimentos, que não se resumem apenas àqueles causados diretamente durante sua construção, mas também à efeitos que perduram durante gerações e que, muitas vezes, não são considerados durante a execução da obra.

Em vista disto, a etapa de valoração ambiental é um processo bastante delicado, onde deve ser levado em conta não só o efeito imediato causado pela obra, mas também efeitos que a principio podem não ser perceptível a sociedade, mas são de igual importância para um estudo coerente.

Antes de abordar a análise de impactos sócio-ambientais dos modais estudados, será primeiramente apresentada a definição de alguns termos empregados, assim como da metodologia adotada e a legislação que atribui as obrigações do construtor em relação a destinar fundos afim de mitigar os impactos ambientais causados por sua obra, objetivando assim, esclarecer os passos tomados para a execução de tal análise.

6.2 Definições

Área Diretamente Afetada (ADA) [24]

A Área Diretamente Afetada é definida como aquela onde as obras são realizadas, envolvendo toda a faixa de domínio, incluindo as áreas impactadas e modificadas mesmo estando fora dela, tais como as usadas para a extração de materiais de construção (como áreas de empréstimos, cascalheiras, pedreiras e areais), para construção de caminhos de serviço e vias de acesso, ensecadeiras e corta-rios, bem como para a implantação de desvios de tráfegos provisórios ou permanentes, introdução de equipamentos de

sinalização e obras de apoio específicas (como cancelas para ferrovias, pedágios para rodovias, eclusas para as hidrovias, entre outros).

Também estão incluídas na Área Diretamente Afetada aquelas usadas para acampamentos e oficinas das construtoras, bem como usinas misturadoras de solo e/ou concreto, se tais usinas objetivarem o uso nas obras. Como conseqüência, pertencem à ADA todos os espaços físicos - e, portanto, meio ambientes - atingidos pelas atividades voltadas à construção.

O estudo de uma Área Diretamente Afetada em geral, é elaborado em cima da faixa do modal analisado, as vezes incluindo uma pequena extensão além desta, que visa a proteção do traçado, como por exemplo de uma rodovia ou ferrovia.

A ADA é suscetível a receber os impactos decorrentes da execução das obras e das atividades de operação, como o leito dos rios no caso das hidrovias e emissão de poluentes ao ar. É nesta faixa que deverão ser controlados e monitorados problemas que ocasionem danos diretos, como assoreamento, erosões, acidentes que resultem em vazamento, entre outros.

Área de Influência Indireta (AII) [24]

A Área de Influência Indireta é aquela que se liga diretamente à operação do modal, e pode se interromper na presença de barreiras físicas naturais ou construídas. Como o interesse maior deste conceito se refere às condições de conservação ambiental que podem potencialmente ser afetadas pela implantação/operação do empreendimento (inclusive no que se refere a acidentes com cargas perigosas), é necessária uma análise cuidadosa para se delimitar a dimensão de tal área.

Do ponto de vista sócio-ambiental esta área inclui regiões afetadas basicamente pelo simples fato da existência da construção propriamente dita. Por exemplo, no caso de uma rodovia, potenciais áreas afetadas indiretamente são cidades as margens desta que poderiam ter seu fluxo de negócios implementado pela existência do empreendimento, acarretando assim, possíveis impactos positivos e negativos.

Em um lado, tem-se a geração de empregos e o aumento de fluxo de negócios, facilidade de acesso que beneficiaria fretes de transporte, possível potencialização do turismo e modernização da região.

Da mesma forma, o crescimento do fluxo de veículos poderia elevar o nível de emissão de poluentes, assim como causar um êxodo descontrolado para ocupação de áreas de entorno visando a lucratividade, como postos e oficinas que por sua vez trariam outros riscos inerentes (vazamento de combustível dos postos, produção de resíduos poluentes). Além disto, ela também pode reduzir o potencial turístico com a destruição indireta devido à ocupação e reduzir o nível de vida da população local (alguns moradores podem valorizar mais o modo de vida calmo do que aquele novo modo agitado proporcionado pelo aumento do fluxo de pessoas).

Esta área de influência está presente em todos os modais analisados cada qual com suas particularidades. Por exemplo, para uma ferrovia, espera-se que a instalação de facilidades seja uma etapa menos significativa que aquela que ocorre em uma rodovia pela própria característica do modal, da mesma forma que os possíveis benefícios trazidos pela instalação de tais facilidades para as cidades cortadas pelo empreendimento (como os empregos gerados) sejam menos expressivos no caso da ferrovia.

Diante de tantas variáveis, torna-se bastante delicado a análise das possíveis Áreas de Influência Indireta e a valoração dos efeitos benéficos e degradantes que o empreendimento pode trazer para a região afetada.

6.3 Legislação

A compensação ambiental é prevista na Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, que são caracterizadas por toda forma de indenização de dano potencial ou efetivo, que normalmente não podem ser mitigáveis, causado por atividades de relevante impacto ao meio ambiente, assim considerado pelo órgão de controle ambiental, embasado em estudo prévio.

As medidas compensatórias encontram respaldo no princípio do Poluidor Pagador, pois tem por objetivo minimizar indiretamente os impactos ambientais inevitáveis de atividades significativamente poluidoras ou degradadoras mediante imposição de encargo financeiros.

O artigo 36º da Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação trata da "...compensação ecológica obrigatória nos casos de empreendimentos de significativo impacto ambiental, assim considerado pelo órgão ambiental competente...". A significância do impacto, ou seja, a intensidade da agressão tem fundamento em "...estudo de impacto

ambiental e respectivo relatório - EIA/RIMA". Dessa forma, o EIA é o instrumento necessário para caracterizar o grau de impacto do empreendimento.

A Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) é um instrumento obrigatório que dá base às decisões de licenciamento de empreendimentos de significativo impacto ambiental. A AIA visa a análise dos impactos ocasionados pela instalação, modificação e ampliação de uma atividade, levando em conta suas diversas possibilidades alternativas. Na AIA são utilizados o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e seu respectivo Relatório de Impacto sobre o Meio Ambiente (RIMA). Segundo a definição de Martini Junior e Gusmão (Martini Junior, Gusmão 2003) o EIA objetiva identificar e avaliar os possíveis efeitos de alguma atividade, para se propor medidas e atenuar os impactos negativos e promover os impactos positivos (obras mitigadoras), enquanto o RIMA apresenta os resultados do EIA em formato conciso e em linguagem popular.

O SNUC prevê que o empreendedor é obrigado a apoiar a implantação e manutenção de unidades de conservação do Grupo de Proteção Integral, sendo que o montante de recursos destinados não pode ser inferior a meio por cento dos custos totais previstos para a implantação do empreendimento. O percentual a ser aplicado é fixado pelo órgão ambiental licenciador, de acordo com o grau de impacto ambiental causado pelo empreendimento, lembrando que não pode ser inferior a 0,5%.

É também competência do órgão ambiental licenciador "definir as unidades de conservação a serem beneficiadas, considerando as propostas apresentadas no EIA/RIMA e ouvindo o empreendedor, podendo inclusive ser contemplada a criação de novas unidades", sempre priorizando, conforme destacado na Lei, as unidades do Grupo de Proteção Integral.

A compensação ambiental pode ser vista como uma forma de conciliar o desenvolvimento sócio-econômico (através do empreendimento, que gerará renda, sendo socialmente desejável) com a preservação ecológica (através da destinação financeira às unidades), atuando como um instrumento para o desenvolvimento sustentável. Mas para atingir esses objetivos, é essencial que não se estabeleça valores de compensação que inviabilizem os projetos realmente necessários. Ao mesmo tempo, é fundamental que exista um equilíbrio econômico-ambiental, pois também é inaceitável permitir um desenvolvimento com grande degradação, mesmo acompanhada de compensação ecológica.[25]

6.4 Metodologia

Para que a análise de um empreendimento seja feita considerando uma perspectiva social, não somente os custos e benefícios privados devem ser considerados, mas também as externalidades geradas para a sociedade como um todo. Nesse estudo, avalia-se especificamente os danos ambientais gerados pelos empreendimentos rodoviário, hidroviário e ferroviário representados respectivamente pela estrada BR-153, Hidrovia Tocantins-Araguaia e Ferrovia Norte-Sul.

A princípio, é fácil identificar as Áreas Diretamente Afetadas de ambos empreendimentos. Enquanto os efeitos iniciais da BR-153 e da Ferrovia Norte-Sul envolvem o desmatamento dos trechos onde serão ou já foram implementadas as obras, a ADA relacionada à Hidrovia Tocantins-Araguaia refere-se aos leitos dos rios Tocantins, Araguaia e da Morte.

No entanto, todos empreendimentos sem exceção trazem impactos sociais e culturais difíceis de ser valorados como concentração fundiária, êxodo do campo, possível extinção cultural, entre outros. Nesse contexto, será usado o termo danos socioambientais para referir-se a esse conjunto de impactos negativos dos empreendimentos, considerando o valor do dano ambiental como uma aproximação conservadora desse total.[24]

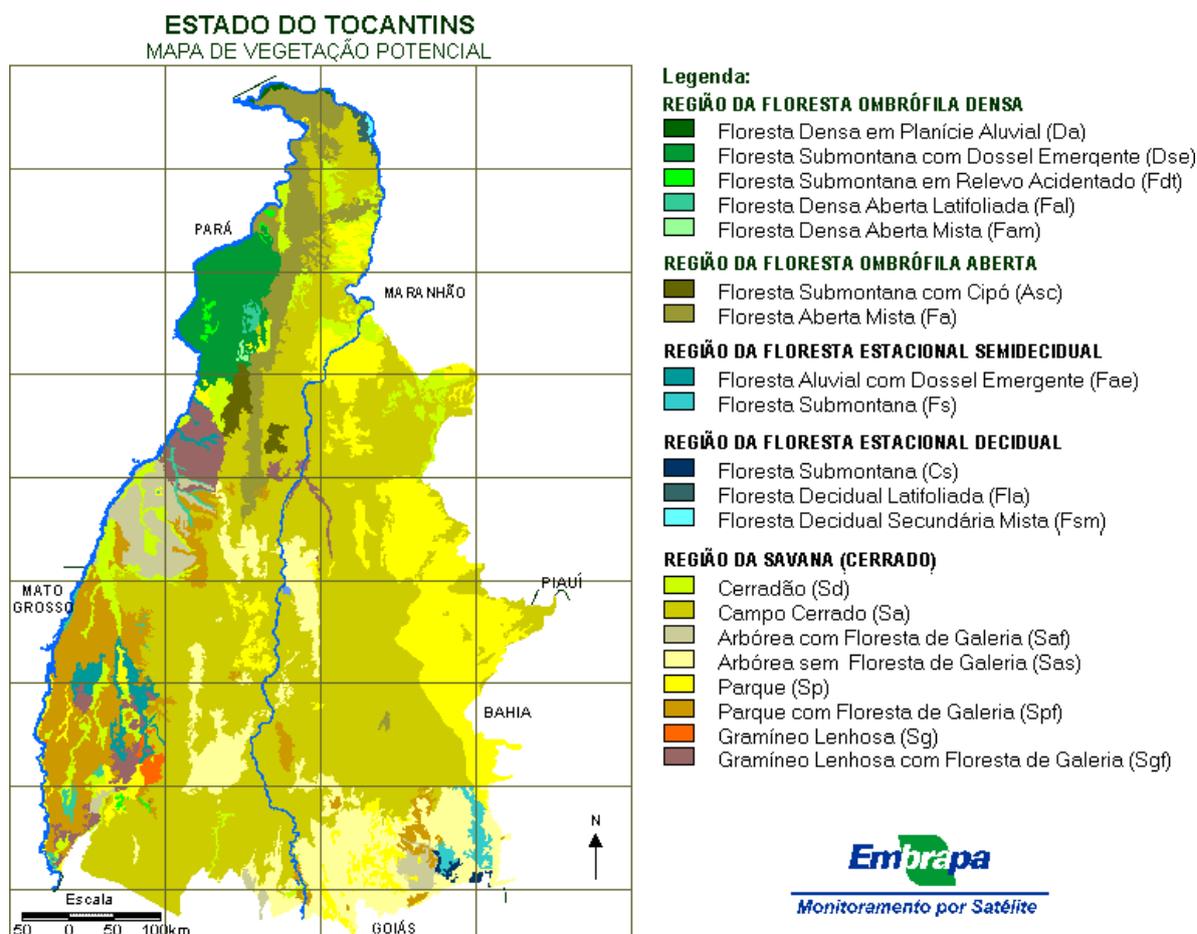


Figura 12. Vegetação do Tocantins

Para a análise de desmatamento foi feito um levantamento do tipo de vegetação da região segundo o dado fornecido pelo monitoramento realizado pela Embrapa. Como pode ser observado no mapa apresentado, a predominância na região é da vegetação de cerrado. Este tipo de vegetação é cortada pelos três tipos de modais. A seguir estão as descrições dos tipos predominantes de mata na região de Tocantins.

Campo Cerrado

Vegetação campestre, com predomínio de gramíneas, pequenas árvores e arbustos bastante esparsas entre si. Pode tratar-se de transição entre campo e demais tipo de vegetação ou às vezes resultantes da degradação do cerrado. Esse tipo de formação se ressentem com a estação seca, e acaba sendo alvo de incêndios anuais, até mesmo espontâneos.



Figura 13. Campo Cerrado

Cerrado

Formação vegetal constituída por dois estratos: superior, com arbustos e árvores que raramente ultrapassam 6 metros de altura, recobertos de espessas cascas, com folhas coriáceas e apresentando caules tortuosos; e inferior, com vegetação rasteira (herbácea arbustiva). Os cerrados abrigam grande variedade de espécies da fauna brasileira, inclusive algumas ameaçadas de extinção como: lobo-guará, tamanduá-bandeira, tatucanastra, inhambu-carapé, entre outras.



Figura 14. Cerrado

Cerradão

Formação vegetal constituída de três estratos: superior, com árvores aspersas, de altura entre 6 e 12 metros; intermediário, com árvores e arbustos de troncos e galhos retorcidos, e inferior arbustiva. Formação Florestal que ocorre no Centro-Oeste do Estado, onde o relevo é plano, com solos de baixa fertilidade e as estações climáticas bem definidas. São típicos do cerradão: lixeira, pequi, pau-terra, pau-santo, copaíba, angico, capotão, faveiro e aroeira.



Figura 15. Cerradão

6.5 Análise dos Impactos Advindos da Remoção de Cobertura Vegetal

Os impactos advindos dos meios terrestres como a rodovia e a ferrovia, envolvem em grande parte a remoção de cobertura vegetal da área entorno do percurso do modal.

Para a projeção de desmatamento, será utilizado como base o estudo desenvolvido por Soares Filho (et al., 2004) [14], onde são feitas simulações para dois cenários de

desmatamento, um com governança e outro sem governança, a partir da execução dos empreendimentos rodoviários e ferroviários até um horizonte de 30 anos.

No cenário sem governança ou convencional, a dinâmica de uso da terra segue padrões históricos de conversão da cobertura vegetal e desmatamento de outras regiões que foram favorecidas com a obra. Nesse cenário, tanto a rodovia quanto a ferrovia representam um empreendimento desvinculado de um planejamento que incorpore aspirações sociais, onde o Código Florestal não é respeitado e as áreas protegidas não atuam efetivamente como barreira para a contenção do desmatamento.

Já no cenário com governança, o papel do governo é eficaz em frear o desmatamento, auxiliar na organização do espaço e influenciar no arranjo de uso da terra, através de forte participação da sociedade civil e do Estado no planejamento e regularização da utilização dos recursos naturais. Nesse cenário, o Código Florestal é respeitado (reserva legal de 80%, áreas de proteção permanente como morros e matas ciliares protegidas) e as áreas protegidas atuam 100% como barreira de contenção ao desmatamento. Além disso, ainda neste cenário o empreendimento é visto com mais um processo associado ao planejamento desta região e não como o único investimento do governo ou instituições privadas.

A análise para um período de 30 anos representa um acompanhamento do reflexo dos impactos ao longo da vida útil das obras. Sabe-se que os impactos sobre o ecossistema não se resumem aos impactos diretos da construção, eles perduram ao longo dos anos e, as vezes, só serão percebidos depois de um certo período. Por esse motivo, é necessário uma análise temporal dos efeitos ambientais das construções.

As projeções de desmatamento em cada empreendimento foram construídas a partir de taxas de desmatamento anuais diferenciadas onde, para o cenário de governança, foi estimada uma taxa decrescente ao longo do tempo, de 0,8% para 0,2% ao ano, enquanto que para o cenário convencional ou sem governança essa taxa varia de 1,99% a 0,5% ao ano (Soares Filho 2004). A tabela 18 demonstra a projeção da taxa de desmatamento [14].

Tabela 18. Taxa de Desmatamento

	Período	Sem governança	Com governança
Taxa de desmatamento anual considerando a existência do empreendimento	2005 - 2010	1,00%	0,80%
	2010 - 2018	1,99%	0,60%
	2018 - 2025	1,00%	0,40%
	2025 - 2035	0,50%	0,20%

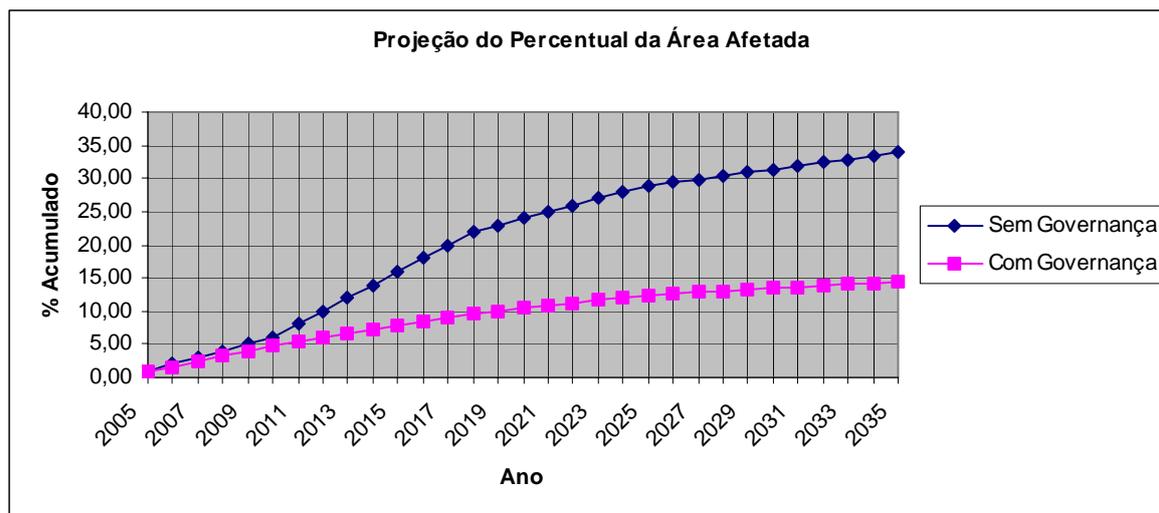
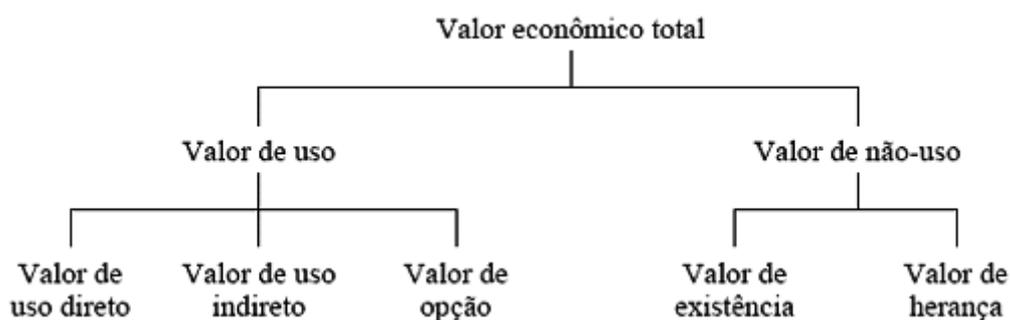


Figura 16. Taxa cumulativa ao longo do período de projeto para a rodovia.

Apesar de não possuir uma taxa significativa de desmatamento em sua ADA, também será considerada para a hidrovía Tocantins-Araguai uma área de desmatamento referente à mata ciliar que possivelmente será afetada pela ocupação de populações ribeirinhas e facilidades atraídas pelo empreendimento.

Quanto à valoração da área desmatada, pode-se dizer que nos últimos anos há uma crescente preocupação de incluir na contabilidade de grandes projetos de infra-estrutura as perdas para a sociedade. Neste estudo, será empregada uma estrutura conceitual de contabilidade ambiental sugerida por Phillips (1998) e Seroa da Motta (1997) [26] para compor o valor total dos recursos naturais conforme descrito no diagrama abaixo.



O valor de uso direto é quando há uma utilização atual do recurso ambiental através de uma atividade de produção ou consumo direto como, por exemplo, através da extração de recursos ou da visitação. Quanto ao valor de uso indireto, este é derivado das funções do ecossistema (proteção do solo, estabilidade climática, preservação de mananciais, etc.). O valor de opção são aqueles em que o indivíduo atribui valor em usos diretos e indiretos,

que poderão ser optados futuramente e cuja preservação pode estar ameaçada (ex: biodiversidade). E finalmente, o valor de não-uso ou de existência é um valor dissociado do uso, derivado de uma posição moral, cultural, ética ou altruística em relação à preservação das riquezas naturais e de outras espécies, mesmo que elas não representem nenhum uso futuro (ex: valor paisagístico de um parque nacional).

Foram consideradas como perda de valor econômico do cerrado (valor de uso indireto, valor de opção e valor de existência) as áreas resultantes do desmatamento e ocupação. Como valor de uso indireto, foi utilizado o valor do estoque de carbono, estimado em 40 toneladas por ha ao preço de US\$ 5 por tonelada, totalizando US\$ 200 por hectare em vista do tipo de mata da região (parâmetro sugerido por Margulis, 2003 e adaptado para o cerrado) e o valor da ciclagem hidrológica, estimado em US\$ 10,00 por hectare/ano (sugerido por Andersen. 1997) [24]. Como valor de opção, foram utilizadas medidas de bioprospecção (desenvolvimento de produtos agrícolas e farmacêuticos com informação genética da flora nativa), com um valor estimado em US\$ 2,50 por hectare/ano (sugerido por Simpson 1996) [24]. Para o valor de existência, foi estimada a disposição a pagar por projetos de proteção da biodiversidade em amostras significativas da comunidade mundial (Margulis 2003) [27], estimada em US\$ 31,20 por hectare/ano. Por fim, o valor de uso direto não foi considerado devido a inexistência de exploração legal das regiões afetadas.

Também foi considerado um custo advindo das áreas afetadas por incêndios florestais que foi estimado em US\$ 120 por hectare de mata queimada, calculada a partir da perda de 20% da biomassa. A estimativa da área afetada por incêndios florestais é de 10% da área desmatada a cada ano, representando o aumento da taxa de ocupação. O resumo dos parâmetros adotados é apresentado na tabela 19.

Tabela 19. Resumo dos Parâmetros Adotados [24]

Parâmetros	Valor	Unidades
Estoque de Carbono	40,00	t/ha
Preço do Carbono	5,00	US\$/t
Valor de Uso Indireto - Estoque de Carbono	200,00	US\$/ha
Valor de Uso Indireto - Reciclagem de Água	10,00	US\$/ha/ano
Valor de Opção - Bioprospecção	2,50	US\$/ha/ano
Valor de Existência - Proteção da Biodiversidade	31,20	US\$/ha/ano
Valor de Opção+Existência	33,70	US\$/ha/ano
Emissão de carbono em caso de incêndios florestais	20%	% biomassa
Área de incêndios florestais sobre total desmatado	10%	% desmatamento
Valor do risco de fogo por hectare de desmatamento	12,00	US\$/ha/ano

6.6 Análise dos Impactos Advindos da Hidrovia

Os impactos devido à implantação da hidrovia Tocantins-Araguaia deve ser analisado de maneira particular a fim de se estabelecer um parâmetro comparativo para o grau de agressão em relação aos modais ferroviários e hidroviários.

De maneira semelhante, foi analisado um cenário sem governança e outro com governança. No cenário sem governança as variáveis referentes ao uso direto são bem mais elevadas como ao longo do texto.

Além da área afetada pela remoção de camada vegetal para a construção de obras de apoio e ocupação de assentamentos no entorno dos rios atraídos pelas oportunidades do empreendimento hidroviários, outros fatores devem ser analisados com o objetivo de não distorcer a realidade sobre as expectativas de retorno do investimento esperado.

Bucher & Huszar (1995) destacam outros impactos ligados à instalação de uma hidrovia que são de caráter direto e imediato[25]:

- aumento do risco de erosão e de assoreamento dos rios e canais, causando perda de qualidade da água e da biodiversidade, principalmente de espécies de peixes;

- poluição dos rios devido despejo de resíduos sólidos e esgoto advindo das populações ribeirinhas que ocupam as proximidades dos rios atraídos pelo empreendimento, também acarretando na redução da qualidade da água;
- crescimento da atividade mineradora (este bastante característico na região do Tocantins, principalmente no leito dos afluentes dos rios).

Para se fazer a análise contábil das agressões diretas do empreendimento será adotada a mesma metodologia utilizada anteriormente para o desmatamento, seguindo a estrutura conceitual de contabilidade ambiental sugerida por Phillips (1998) e Seroa da Motta (1997) [26] para compor o valor total dos recursos naturais.

Neste caso, foram consideradas como perda de valor econômico do rio (valor de uso indireto, valor de opção e valor de existência) a área do próprio leito. Como valor de opção foi novamente utilizado um valor de bioprospecção, estimado em US\$ 37,50 por km/ano referente ao leito do rio (sugerido por Simpson 1996). Semelhante ao desmatamento, foi estimado um valor de existência, que representa a disposição a pagar por projetos de proteção da biodiversidade das áreas afetadas próximas em US\$ 31,20 hectare/ano (Margulis 2003) [24]. Não foi considerado um valor de uso indireto uma vez que as águas são utilizadas.

No entanto, é necessária a estimativa do uso direto das águas que se enquadram em dois tipos de exploração: consumo e pesca. A análise do uso advindo do consumo foi estimada tomando-se como base a queda na qualidade das águas estimadas entre 10% e 15% devido a erosão e derrocamento, o valor estimado para recuperação é de US\$ 2,50 por 1000m³ (segundo estudo do Ministério da Ciência e Tecnologia) [28] para um cenário onde os gastos sejam dedicados a recuperação, resultado de uma administração sem governança. Como o consumo médio do Estado de Tocantins é de 112 litros/dia/habitante e cerca de 900.000 habitantes se beneficiam do uso das águas (fonte IBGE) [29] tem-se um valor de US\$91.980/ano.

Num cenário organizado e com governança, os gastos seriam destinados apenas a manutenção da qualidade, um valor 13 vezes menor (segundo mesmo estudo do Ministério da Ciência e Tecnologia) [28], totalizando assim, US\$7075/ano.

Para a atividade pesqueira, estima-se que somente na região do estado de Tocantins 1.615 toneladas sejam derivadas da pesca extrativa (Dados da Atividade Pesqueira Extrativista - IBAMA, 2003) [30]. Assumindo que o trecho estudado de 500km responda

por cerca de 50% a 70% da pesca (a extensão da hidrovia é de 1170 e acredita-se que os impactos serão altos em relação a pesca, tem-se uma produção anual de 1130 toneladas. Estimando que a implantação da hidrovia num cenário sem governança traria impactos sobre tal atividade reduzindo-a em 30% a 40% segundo o relatório e tomando-se a média de US\$ 1,50 o quilo do peixe (fonte IBAMA) , totaliza-se US\$ 339.000/ano. Em um cenário com governança, espera-se que a hidrovia cause impactos reduzidos à atividade pesqueira e sirva como ferramenta para a fiscalização das atividades de pesca ilegal e predatória, bastante comum na região, compensando assim a agressão à ictiofauna. [1]

A seguir, a tabela 20 mostra um resumo dos valores estimados.

Tabela 20. Resumo dos Valores Estimados

Parâmetros	Valor	Unidades
Valor de Opção - Bioprospecção	37,50	km/ano
Valor de Existência - Proteção da Biodiversidade	31,20	US\$/ha/ano
Valor de Uso Direto - Consumo (sem governança)	91.980	US\$/ano
Valor de Uso Direto - Pesca (sem governança)	339.000	US\$/ano
Valor de Uso Direto - Consumo (com governança)	7.075	US\$/ano
Valor de Uso Direto - Pesca (com governança)	na	na

6.7 Resultados

6.7.1 Rodovia BR-153

A extensão analisada da BR-153 é de 500km segundo o valor apontado durante a escolha de cenário. A Área Diretamente Afetada inclui a extensão da rodovia multiplicada pela sua largura (foram desprezadas áreas de empréstimo e bota-fora, assumindo que o trabalho de terraplenagem será adequadamente dimensionado), enquanto que a Área de Influência Indireta corresponde a 50km de distância da estrada (conforme sugerido por Soares Filho, 2004) [14]. A seguir é apresentado um diagrama que representa a evolução do desmatamento segundo a perspectiva de 30 anos, junto com os custos estimados. Os índices de desmatamento, apresentados no quadro anteriormente visto, são aplicados sobre

a Área de Influência Indireta caracterizando a ocupação da população ao longo do eixo da estrada, dentro dos dois cenários.

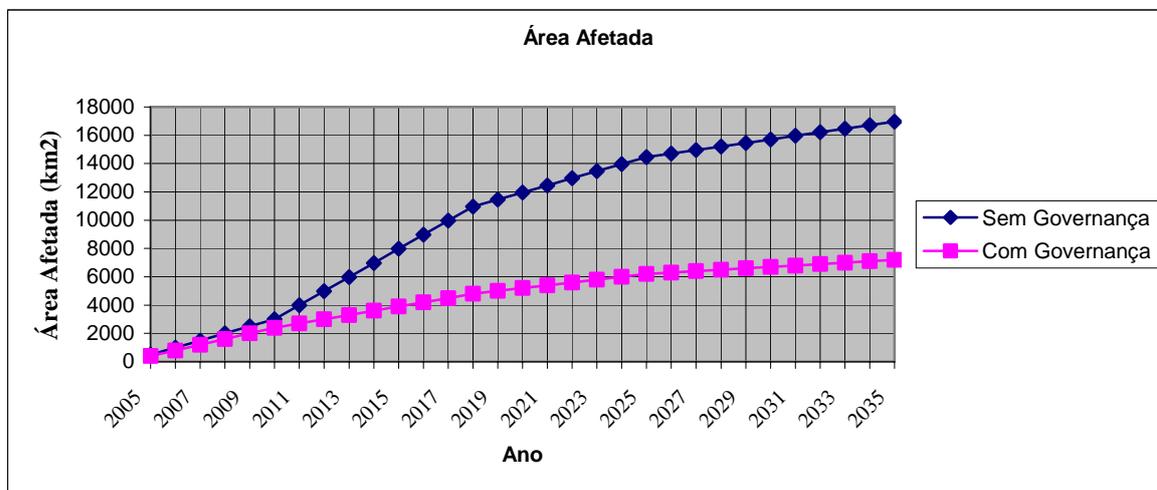


Figura 17. Área Afetada em km².

Observa-se que a área afetada varia ao longo do período de projetos de um valor inicial próximo do zero, referente aos 8km² correspondente somente a área de instalação da rodovia, até um valor de 18000km² ao fim do período de 30 anos. Os custos estimados para os impactos da obra são apresentados na tabela 21 seguidos de um gráfico que apresenta a evolução do mesmo. Em uma primeira análise, foi considerada uma taxa anual de juros de 12%, baseada na inflação anual de nosso país (fonte: IBGE) [28]. Uma segunda análise foi feita para uma taxa de 3% ao longo do ano.

Tabela 21. Impactos Estimados e seus Custos para 12% aa para BR-153.

Ano	Área Afetada (km ²)		Custo estimado (milhõesR\$)	
	Sem Governança	Com Governança	Sem Governança	Com Governança
2005	500	400	28,77	23,01
2006	1000	800	71,45	57,16
2007	1500	1200	130,32	104,26
2008	2000	1600	207,62	166,10
2009	2500	2000	305,61	244,49
2010	3000	2400	426,55	341,24
2011	3995	2700	621,67	448,25
2012	4990	3000	862,49	573,54
2013	5985	3300	1.153,51	718,47
2014	6980	3600	1.499,22	884,38
2015	7975	3900	1.904,10	1.072,63
2016	8970	4200	2.372,65	1.284,57
2017	9965	4500	2.909,34	1.521,56
2018	10960	4800	3.518,68	1.784,95
2019	11460	5000	4.128,83	2.060,68
2020	11960	5200	4.796,39	2.360,62
2021	12460	5400	5.523,62	2.685,68
2022	12960	5600	6.312,78	3.036,77
2023	13460	5800	7.166,12	3.414,78
2024	13960	6000	8.085,90	3.820,61
2025	14460	6200	9.074,37	4.255,17
2026	14710	6300	10.083,17	4.699,12
2027	14960	6400	11.150,31	5.167,65
2028	15210	6500	12.276,94	5.661,23
2029	15460	6600	13.464,16	6.180,30
2030	15710	6700	14.713,12	6.725,31
2031	15960	6800	16.024,94	7.296,72
2032	16210	6900	17.400,75	7.894,98
2033	16460	7000	18.841,68	8.520,53
2034	16710	7100	20.348,85	9.173,84
2035	16960	7200	21.923,39	9.855,34

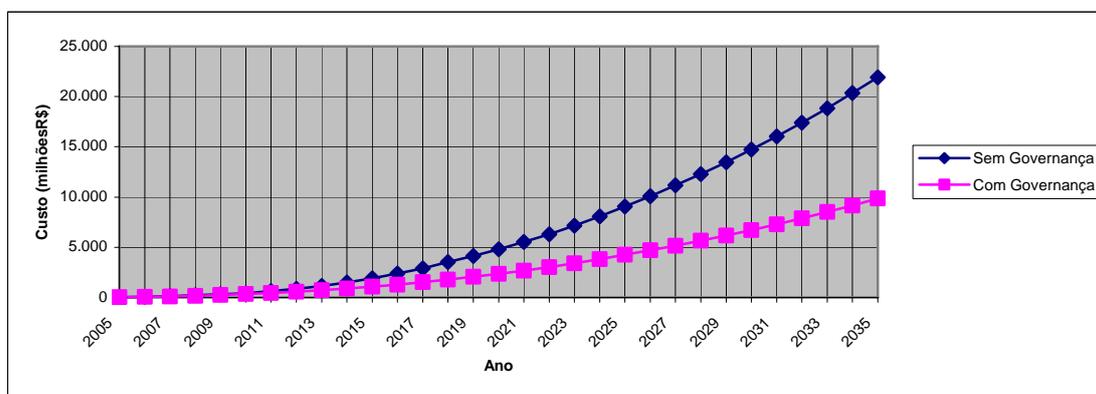


Figura 18. Evolução dos custos ambientais acumulados a uma taxa de 12% a.a.

Tabela 22. Impactos Estimados e seus Custos para 3 % aa para BR-153.

Ano	Área Afetada (km ²)		Custo estimado (milhõesR\$)	
	Sem Governança	Com Governança	Sem Governança	Com Governança
2005	500	400	28,77	23,01
2006	1000	800	65,71	52,57
2007	1500	1200	111,40	89,12
2008	2000	1600	166,40	133,12
2009	2500	2000	231,27	185,02
2010	3000	2400	306,58	245,26
2011	3995	2700	426,49	307,52
2012	4990	3000	567,18	377,17
2013	5985	3300	729,77	454,54
2014	6980	3600	915,39	539,98
2015	7975	3900	1.125,15	633,83
2016	8970	4200	1.360,18	736,42
2017	9965	4500	1.621,60	848,09
2018	10960	4800	1.910,53	969,17
2019	11460	5000	2.187,66	1.091,85
2020	11960	5200	2.483,84	1.222,47
2021	12460	5400	2.799,64	1.361,24
2022	12960	5600	3.135,62	1.508,39
2023	13460	5800	3.492,35	1.664,16
2024	13960	6000	3.870,39	1.828,77
2025	14460	6200	4.270,29	2.002,44
2026	14710	6300	4.669,20	2.176,01
2027	14960	6400	5.085,03	2.356,68
2028	15210	6500	5.518,09	2.544,54
2029	15460	6600	5.968,65	2.739,72
2030	15710	6700	6.436,99	2.942,32
2031	15960	6800	6.923,40	3.152,47
2032	16210	6900	7.428,15	3.370,26
2033	16460	7000	7.951,53	3.595,82
2034	16710	7100	8.493,83	3.829,26
2035	16960	7200	9.055,31	4.070,68

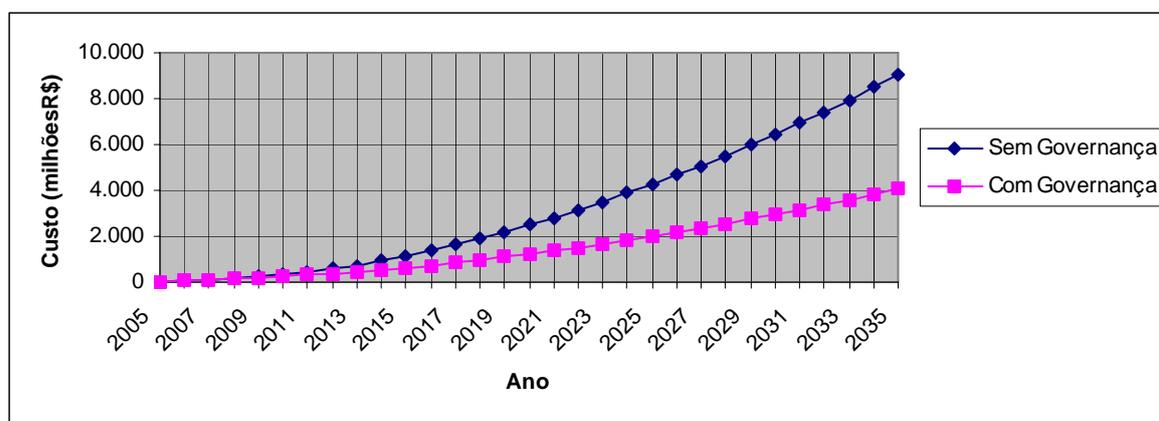


Figura 19. Evolução dos custos ambientais acumulados a uma taxa de 3% a.a.

6.7.2 Ferrovia Norte-Sul

O procedimento adotado para a ferrovia assemelha-se ao cálculo apresentado para BR-153 devido a semelhança da disposição dos modais terrestres quanto a execução e construção, lembrando que o comprimento estudado segundo a opção de cenário corresponde a 500km. A única diferença apontada está no fato de que a Área de Influência Indireta no caso da ferrovia é menor devido a própria característica do modal, no entanto ela ainda existe, pois representa um pólo de atração de desenvolvimento.

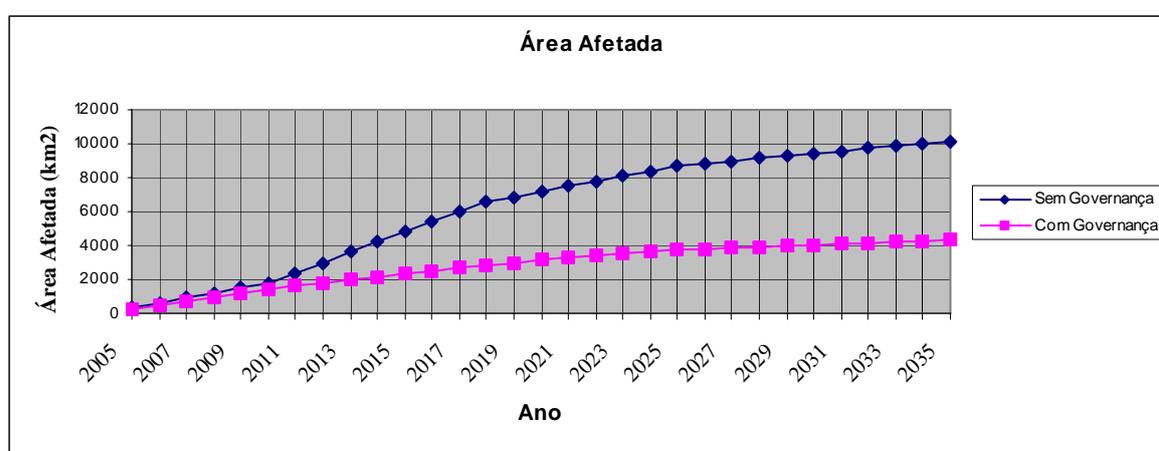


Figura 20. Área Afetada em km² para a ferrovia.

Observa-se, como esperado, que a área afetada pelo empreendimento ferroviário é bem menor que a do rodoviário, devido as próprias características do modal de ser um pólo de atração de desenvolvimento de menor potencial que uma rodovia. Para o levantamento dos custos, mais uma vez foram implementadas duas taxas de juros anuais de 3% e 12%. Os resultados obtidos para o cenário analisado são apresentados a seguir.

Tabela 23. Impactos Estimados e seus Custos para 12% aa para FNS.

Ano	Área Afetada (km ²)		Custo estimado (milhõesR\$)	
	Sem Governança	Com Governança	Sem Governança	Com Governança
2005	300	240	17,26	13,81
2006	600	480	42,87	15,64
2007	900	720	78,19	29,60
2008	1200	960	124,57	49,09
2009	1500	1200	183,37	75,20
2010	1800	1440	255,93	109,01
2011	2397	1620	373,00	150,07
2012	2994	1800	517,50	199,60
2013	3591	1980	692,11	258,44
2014	4188	2160	899,53	327,38
2015	4785	2340	1.142,46	407,23
2016	5382	2520	1.423,59	498,82
2017	5979	2700	1.745,61	602,95
2018	6576	2880	2.111,21	720,44
2019	6876	3000	2.477,30	850,56
2020	7176	3120	2.877,83	993,55
2021	7476	3240	3.314,17	1.149,95
2022	7776	3360	3.787,67	1.320,32
2023	8076	3480	4.299,67	1.505,18
2024	8376	3600	4.851,54	1.705,07
2025	8676	3720	5.444,62	1.920,55
2026	8826	3780	6.049,90	2.150,62
2027	8976	3840	6.690,19	2.394,61
2028	9126	3900	7.366,16	2.652,80
2029	9276	3960	8.078,50	2.925,46
2030	9426	4020	8.827,87	3.212,86
2031	9576	4080	9.614,97	3.515,26
2032	9726	4140	10.440,45	3.832,95
2033	9876	4200	11.305,01	4.166,18
2034	10026	4260	12.209,31	4.515,23
2035	10176	4320	13.154,04	4.880,38

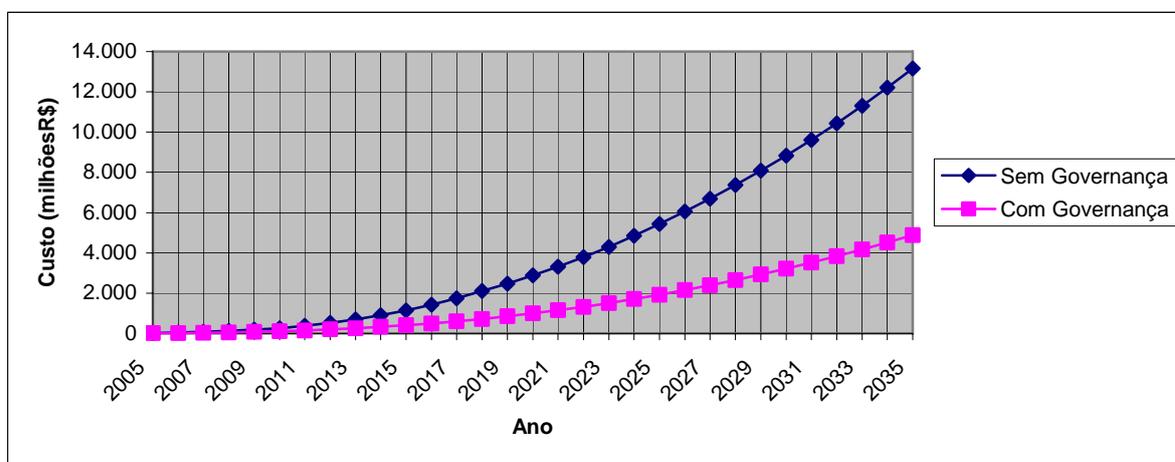


Figura 21. Evolução dos custos ambientais acumulados a uma taxa de 12% a.a.

Tabela 24. Impactos Estimados e seus Custos para 3% aa para FNS.

Ano	Área Afetada (km2)		Custo estimado (milhõesR\$)	
	Sem Governança	Com Governança	Sem Governança	Com Governança
2005	300	240	17,26	13,81
2006	600	480	39,43	15,37
2007	900	720	66,84	27,98
2008	1200	960	99,84	44,22
2009	1500	1200	138,76	64,37
2010	1800	1440	183,95	88,71
2011	2397	1620	255,89	115,96
2012	2994	1800	340,31	147,02
2013	3591	1980	437,86	182,10
2014	4188	2160	549,23	221,40
2015	4785	2340	675,09	265,12
2016	5382	2520	816,11	313,46
2017	5979	2700	972,96	366,63
2018	6576	2880	1.146,32	424,83
2019	6876	3000	1.312,60	486,73
2020	7176	3120	1.490,31	552,98
2021	7476	3240	1.679,79	623,71
2022	7776	3360	1.881,37	699,06
2023	8076	3480	2.095,41	779,15
2024	8376	3600	2.322,23	864,14
2025	8676	3720	2.562,18	954,15
2026	8826	3780	2.801,52	1.047,78
2027	8976	3840	3.051,02	1.145,46
2028	9126	3900	3.310,85	1.247,25
2029	9276	3960	3.581,19	1.353,22
2030	9426	4020	3.862,19	1.463,44
2031	9576	4080	4.154,04	1.577,98
2032	9726	4140	4.456,89	1.696,90
2033	9876	4200	4.770,92	1.820,28
2034	10026	4260	5.096,30	1.948,17
2035	10176	4320	5.433,19	2.080,65

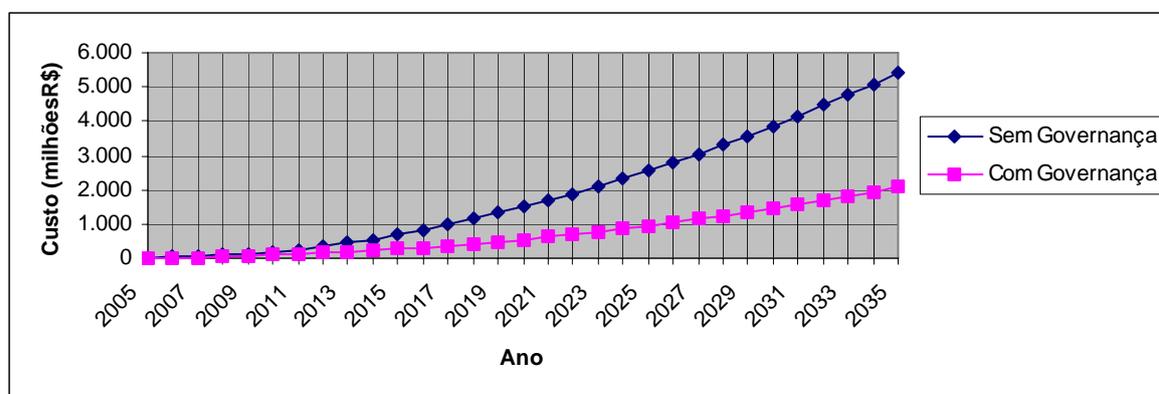


Figura 22. Evolução dos custos ambientais acumulados a uma taxa de 3% a.a.

6.7.3 Hidrovia Tocantins-Araguaia

A análise da hidrovia diferencia-se um pouco devido as próprias características do empreendimento. Enquanto que a área afetada indiretamente é menor, espera-se que os efeitos que recaem sobre a utilização do rio elevem um pouco os custos ambientais.

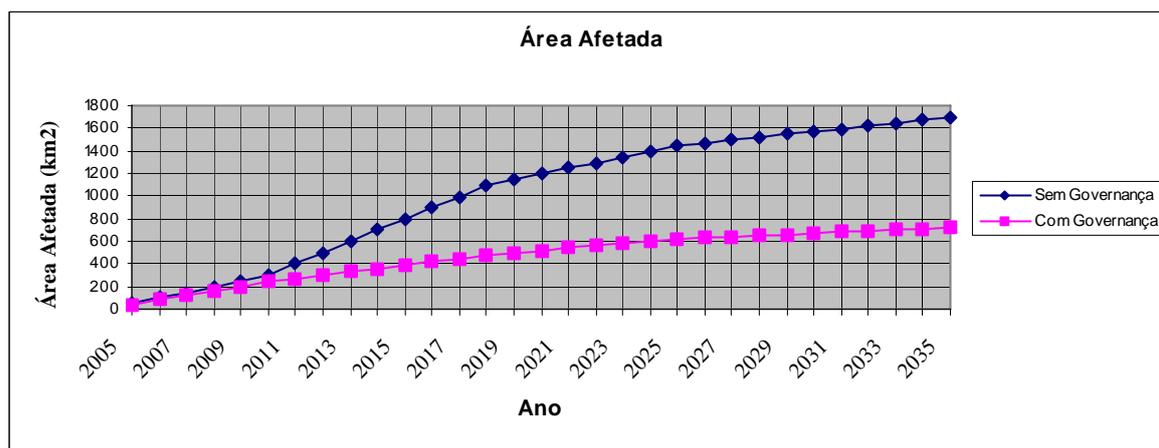


Figura 23. Área afetada em km² para a hidrovia.

Observa-se que a área afetada é bem menor quando comparado aos modais anteriores, pois as expectativas quanto a execução do empreendimento atraem menos imigrantes devido o fato da hidrovia estar integrada com a população em pontos limitados ao longo do seu curso, o que a torna um pólo de atração menos significativo que uma rodovia ou ferrovia. Novamente, para a análise dos custos foram levadas em conta duas taxas de juros anuais de 3% e 12%.

Tabela 25. Impactos Estimados e seus Custos para 12% aa para hidrovia.

Ano	Área Afetada (km ²)		Custo estimado (milhões R\$)	
	Sem Governança	Com Governança	Sem Governança	Com Governança
2005	50	40	3,85	2,32
2006	100	80	7,12	4,94
2007	150	120	11,98	8,74
2008	200	160	18,13	13,58
2009	250	200	25,71	19,55
2010	300	240	34,83	26,76
2011	399,5	270	50,19	34,38
2012	499	300	68,62	43,19
2013	598,5	330	90,39	53,26
2014	698	360	115,74	64,65
2015	797,5	390	144,92	77,46
2016	897	420	178,19	91,75
2017	996,5	450	215,80	107,59
2018	1096	480	258,00	125,08
2019	1146	500	297,75	142,80
2020	1196	520	340,98	161,99
2021	1246	540	387,81	182,68
2022	1296	560	438,37	204,94
2023	1346	580	492,79	228,81
2024	1396	600	551,19	254,35
2025	1446	620	613,70	281,60
2026	1471	630	675,55	308,65
2027	1496	640	740,81	337,14
2028	1521	650	809,53	367,08
2029	1546	660	881,77	398,50
2030	1571	670	957,60	431,43
2031	1596	680	1.037,08	465,89
2032	1621	690	1.120,28	501,90
2033	1646	700	1.207,26	539,50
2034	1671	710	1.298,08	578,70
2035	1696	720	1.392,80	619,53

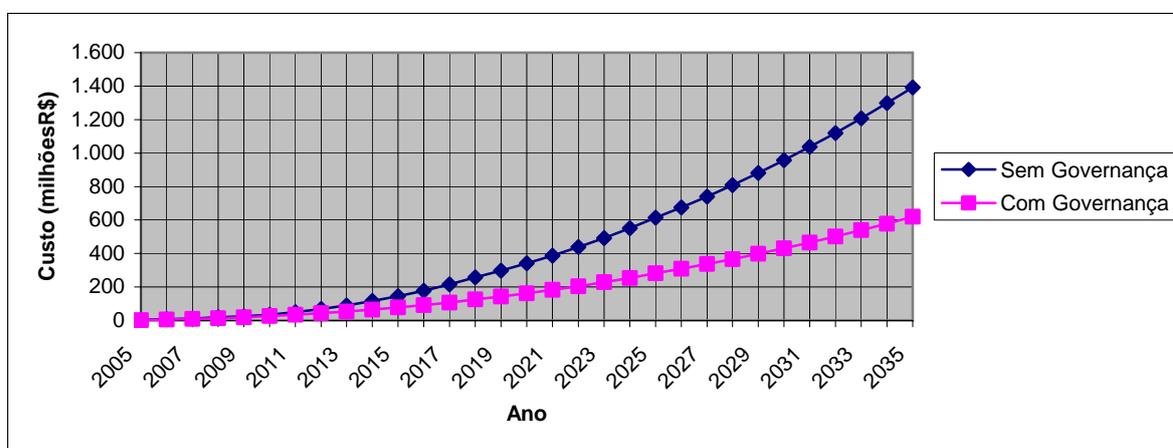


Figura 24. Evolução dos custos ambientais acumulados a uma taxa de 12% a.a.

Tabela 26. Impactos Estimados e seus Custos para 3% aa para hidrovias.

Ano	Área Afetada (km ²)		Custo estimado (milhões R\$)	
	Sem Governança	Com Governança	Sem Governança	Com Governança
2005	50	40	3,85	2,32
2006	100	80	7,12	4,94
2007	150	120	11,02	8,04
2008	200	160	15,50	11,61
2009	250	200	20,61	15,67
2010	300	240	26,36	20,25
2011	399,5	270	36,07	24,71
2012	499	300	47,08	29,63
2013	598,5	330	59,44	35,02
2014	698	360	73,22	40,90
2015	797,5	390	88,49	47,29
2016	897	420	105,30	54,21
2017	996,5	450	123,71	61,68
2018	1096	480	143,80	69,72
2019	1146	500	161,67	77,54
2020	1196	520	180,67	85,83
2021	1246	540	200,83	94,60
2022	1296	560	222,19	103,87
2023	1346	580	244,77	113,65
2024	1396	600	268,62	123,95
2025	1446	620	293,75	134,79
2026	1471	630	317,91	145,25
2027	1496	640	343,04	156,12
2028	1521	650	369,18	167,40
2029	1546	660	396,33	179,11
2030	1571	670	424,50	191,25
2031	1596	680	453,72	203,83
2032	1621	690	484,01	216,84
2033	1646	700	515,36	230,30
2034	1671	710	547,81	244,22
2035	1696	720	581,37	258,60

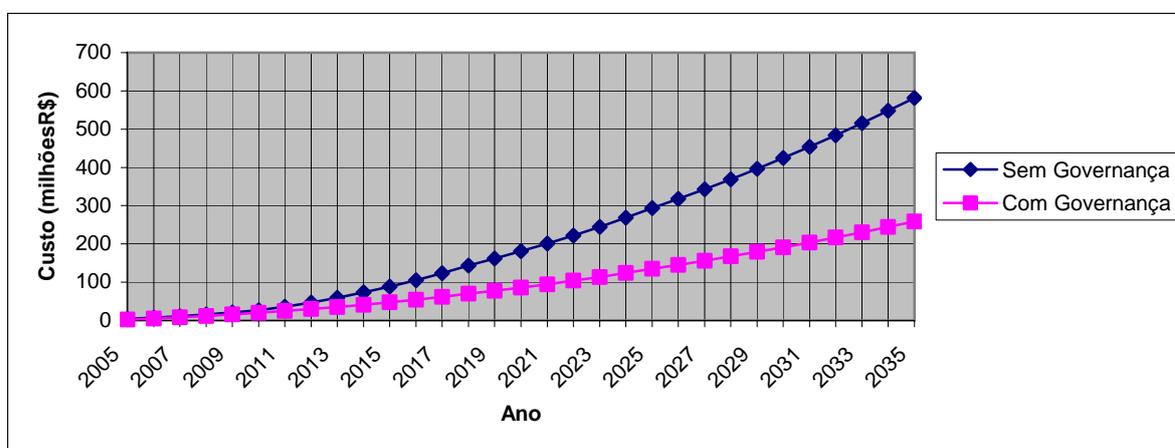


Figura 25. Evolução dos custos ambientais acumulados a uma taxa de 3% a.a.

6.8 Análise Comparativa

A seguir são apresentados alguns gráficos nas figuras 26, 27, 28 e 29 resumindo os dados obtidos. Nestes gráficos estão incluídos todos os custos obtidos, tanto os custos de implantação dos empreendimentos para o respectivo cenário, quanto o de manutenção e os custos ambientais.

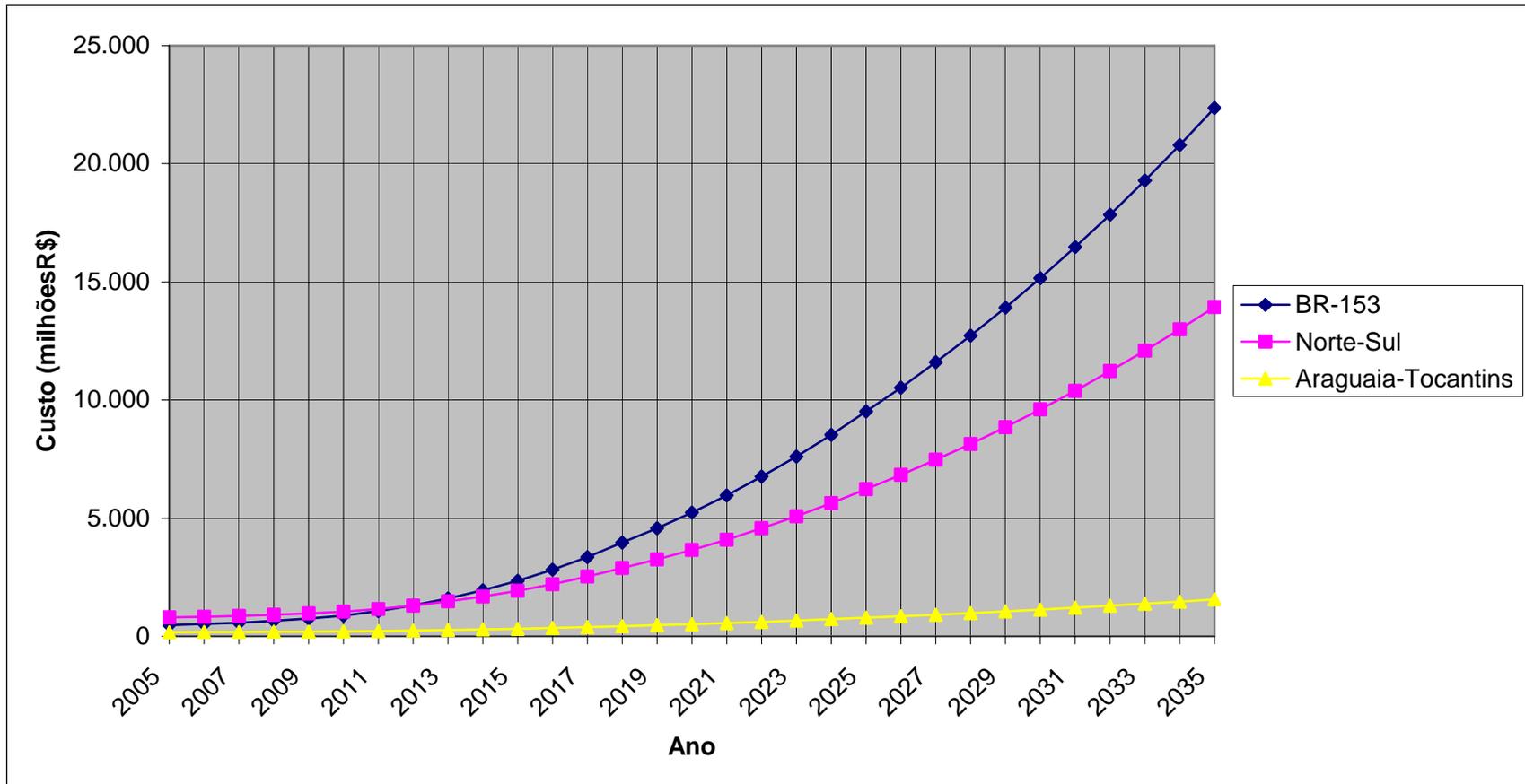


Figura 26. Análise comparativa dos custos para um cenário sem governança a uma taxa de 12% a.a.

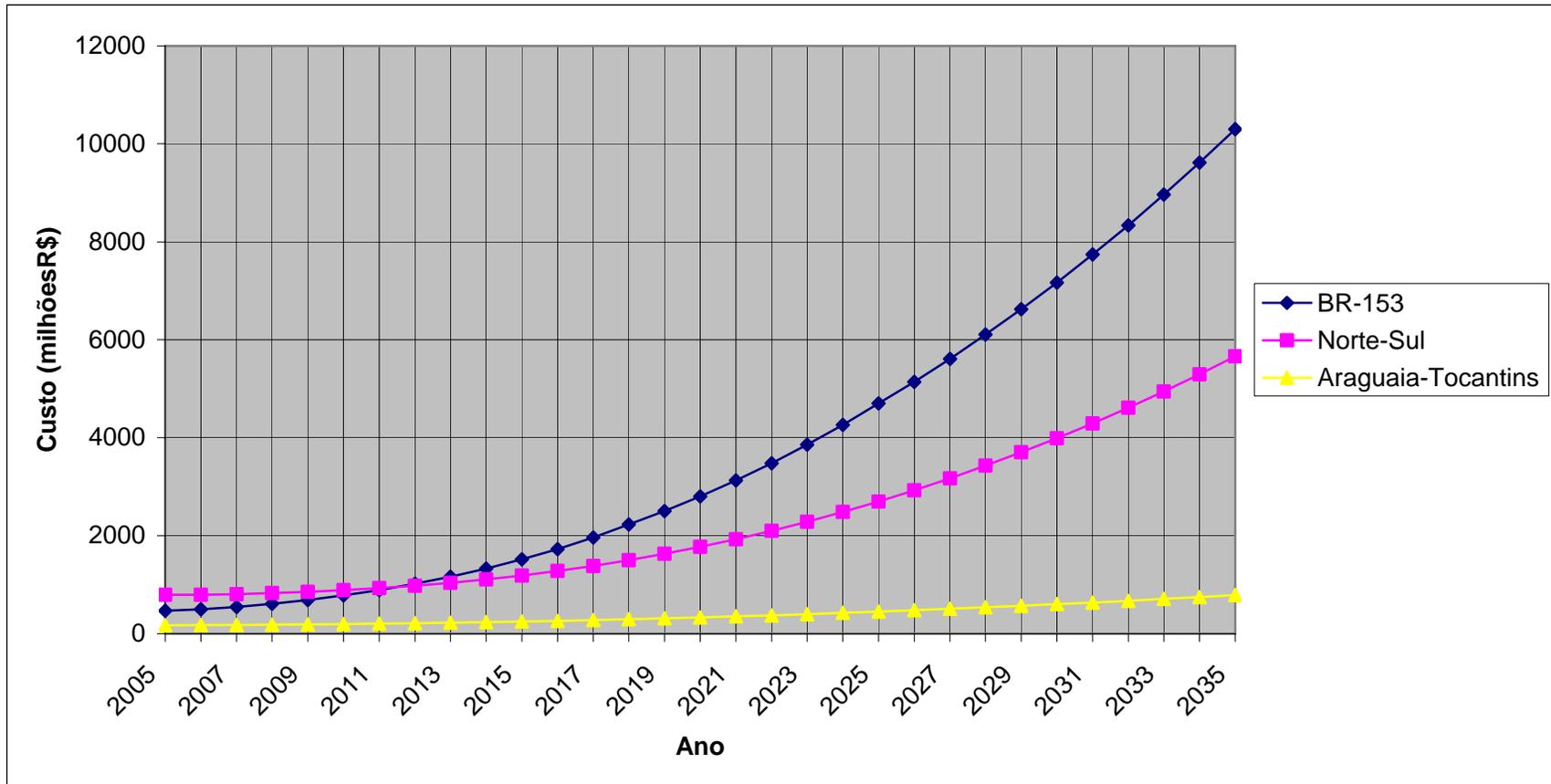


Figura 27. Análise comparativa dos custos para um cenário com governança a uma taxa de 12% a.a.

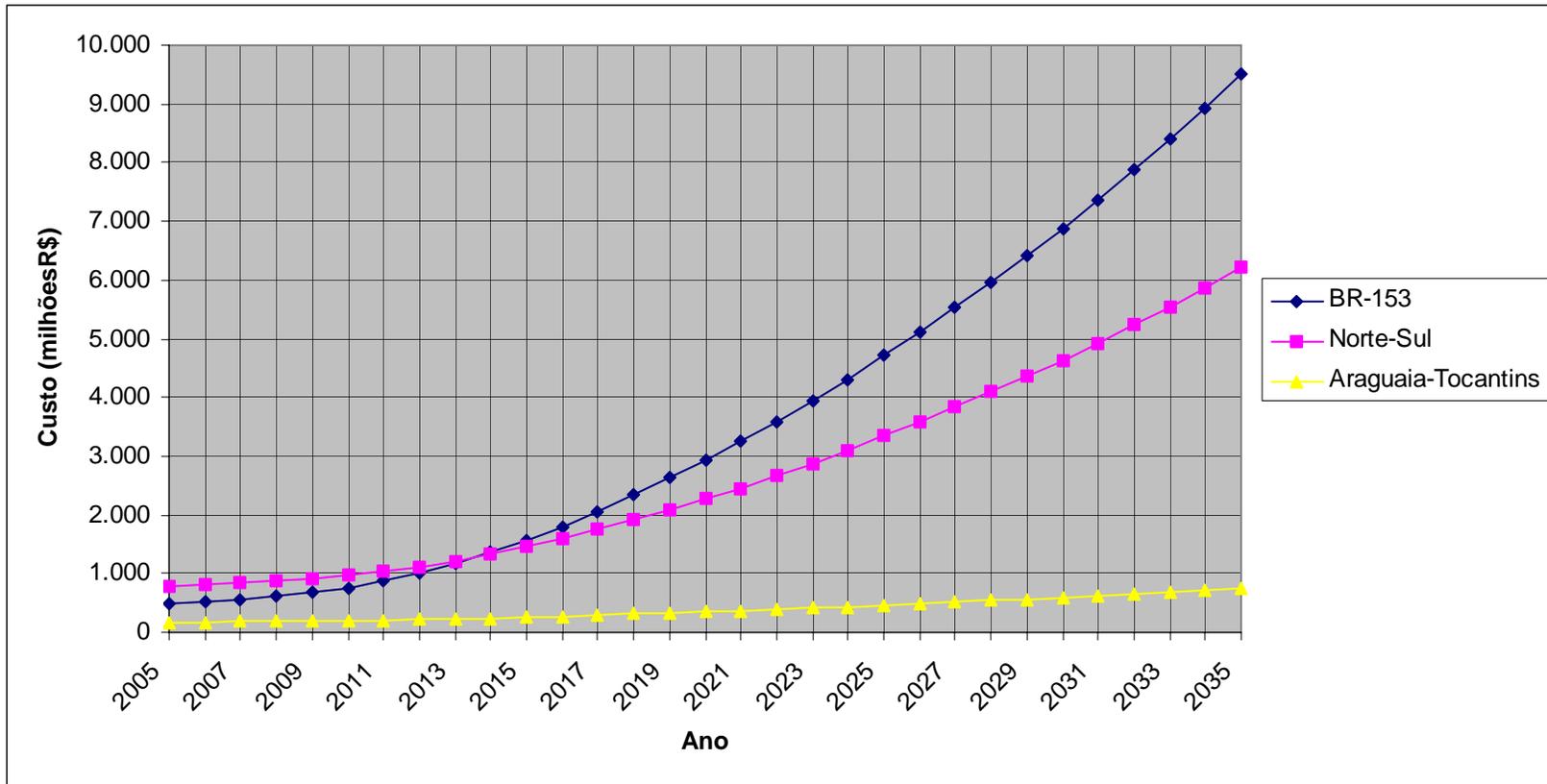


Figura 28. Análise comparativa dos custos para um cenário sem governança a uma taxa de 3% a.a.

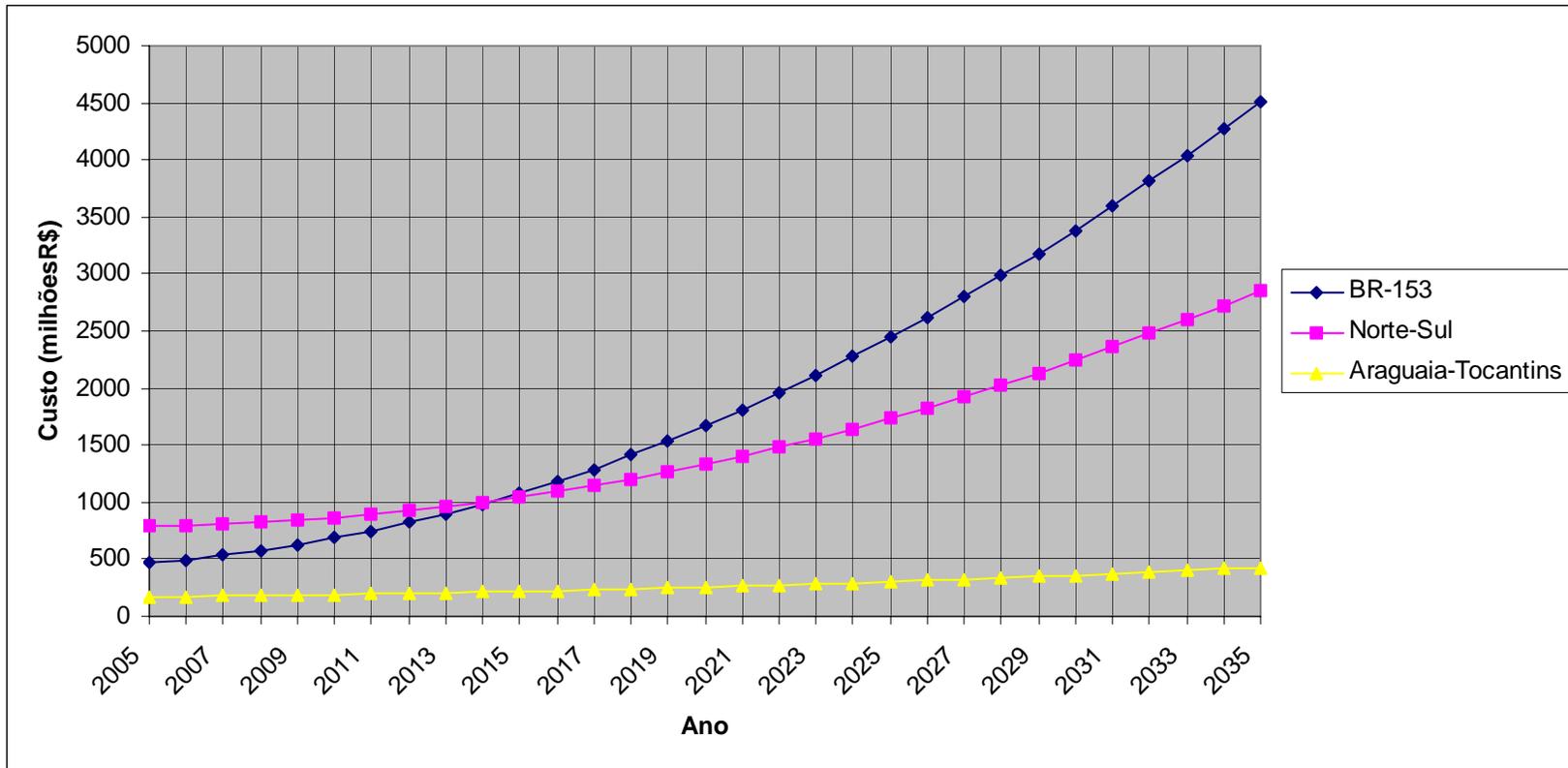


Figura 29. Análise comparativa dos custos para um cenário com governança a uma taxa de 3% a.a.

7. Conclusões

A partir das análises comparativas dos empreendimentos da BR-153, Hidrovia Tocantins-Araguaia e da Ferrovia Norte-Sul, pode-se inferir algumas observações quantos aos resultados obtidos.

Primeiramente, pode-se observar que em todos os cenários comparados, tanto para os casos de haver ou não um controle governamental e tanto para uma taxa de 3% ou 12% de juros anuais, a disposição dos custos globais, ou seja, o custo de implantação somado aos custos de manutenção e custos de valoração ambiental, demonstra que o empreendimento rodoviário terá um custo maior se comparado quanto aos demais modais. Isto se deve principalmente ao fato de que a Área Indiretamente Afetada da rodovia é a maior dentre os sistemas viários analisados e, por conseqüência, implica em uma região afetada maior.

Este fato abre espaço para algumas observações, pois mostra que o custo final esta intimamente ligado as variáveis atribuídas tanto para os custos de área desmatada quanto para a dimensão da região que assume ser afetada indiretamente pelo modal. Se estes índices forem menores ou os parâmetros de desmatamento forem reduzidos, o resultado final é consideravelmente afetado. Num cenário, por exemplo, onde estes custos sejam menos significativos o modal rodoviário viria a ser mais interessante que a ferrovia, que possui um elevado custo inicial.

Devido a este mesmo fato, o modal hidroviário apresentou os menores custos globais, uma vez que possui um custo inicial menor e também uma Área Indireta menor. No entanto, isto abre espaço para discussões sobre a extensão da área afetada indiretamente, uma vez que ao dispor do rio para seu empreendimento, pode-se ter efeitos indiretos não percebidos e que não foram considerados pela própria dificuldade de serem levantados, como o regime de lençóis subterrâneos que podem ser afetados pelo derrocamento e criação de canais, além da perturbação da icitiofauna que se encontra na base da pirâmide alimentar da região. Outra dificuldade quanto ao levantamento dos custos da hidrovia é a ausência de parâmetros mais bem definidos quanto a sua real valoração, provavelmente devido à própria dificuldade em determinar os impactos globais de um empreendimento hidroviário.

Já o modal ferroviário apresentou um resultado intermediário entre os sistemas viários comparados. Sua particularidade é que o investimento inicial elevado faz com

que seu custo seja maior no início do período de projeto sendo superado pelos custos acumulados pela rodovia após um intervalo de 8 anos para uma taxa de juros de 3% e após um intervalo de 10 anos para uma taxa de juros a 12 %. Esta característica pode ser um fator negativo levando-se em conta que a atual postura da administração brasileira é dedicar-se a obras de retorno de curto prazo.

No entanto, tanto para o cenário com ou sem governança, os custos advindos da manutenção e dos efeitos colaterais sobre o meio ambiente dos três empreendimentos são bastante superiores quanto ao custo inicial de implantação. Logo, deve-se analisar se a execução de qualquer destes empreendimentos geraria retornos de tal ordem que compensasse os efeitos adversos devido à implementação destas obras.

Além destes resultados, observa-se que em comparação com um cenário com governança, os gastos totais são bem superiores para um cenário sem governança, sendo cerca de duas vezes maiores em ambos os cenários de juros anuais. Este fato determina uma importante posição que deve ser assumida diante da execução de qualquer empreendimento, pois a presença ou não de órgãos fiscalizadores pode levar a uma flutuação bastante significativa quanto aos resultados refletidos na sociedade, com uma redução da qualidade de vida considerável.

8. Referências Utilizadas

[1]ALMEIDA, ALIVINIO DE. Hidrovia Tocantins-Araguaia: importância e impactos sociais e ambientais segundo a percepção dos agentes econômicos locais. Piracicaba, 2004. 155p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

[2]DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES - www.dnit.gov.br

[3] www.ita.br/online/2005/noticias05/br163.htm

[4]MINISTÉRIO DO MEIO-AMBIENTE - www.mma.gov.br

[5]GOVERNO DO MARANHÃO - www.ma.gov.br

[6] www.hidrovia.hpg.ig.com.br

[7]MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES - www.ferrovianortesul.com.br

[8]MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES – VALEC Engenharia, Construções e Ferrovias S.A. - EIA/RIMA Ferrovia Norte-Sul (FNS).

[9]MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES - www.transportes.gov.br

[10]AGÊNCIA NACIONAL DOS TRANSPORTES TERRESTRES - www.antt.gov.br

[11]EMPRESA BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES – GEIPOT – www.geipot.gov.br

[12]Galinkin, Maurício; Ortiz, Lúcia Schild ; Ribeiro, José Rafael; Switkes, Glenn - *Dossier sobre os riscos socioambientais dos projetos de energia e infra-estrutura no Brasil apresentados como oportunidades de negócio a investidores internacionais* .

[13]SECRETARIA DE ESTADO DE INFRA-ESTRUTURA - <http://www.seinfra.goias.gov.br>

[14]Soares-Filho B., Alencar A., Nepstad D. , Cerqueira G., Vera Diaz M., Rivero S., Solórzano L., Voll E. Simulating the response of land-cover changes to road paving and governance along a major Amazon highway: the Santarém-Cuiabá corridor. *Global Change Biology* 10 (2004)

[15]Secretaria do Estado de São Paulo - Departamento Hidroviário

[16]Departamento de Estradas de Rodagem - DER - <http://www.der.sp.gov.br/default.asp>

[17]AASHTO Road Test - The AASHTO Guide for Design of Paviment Structure

[18]ANTF - Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários

[19]VALEC - Engenharia, Construções e Ferrovias S.A - http://www.ferrovianortesul.com.br/index_fla.htm

[20]http://www.corumba.com.br/pantanal/pant_hidrovia.htm

[21]<http://www.adtp.org.br/artigo.php?idartigo=78>

[22]Ministério dos Transportes - Hidrovia Como Fator de Integração Nacional - Paulo Sérgio oliveira Passos

[23]Corredor Atlântico do Mercosul - P. A. Vivacqua & S. M. F. Stehling

[24]Ane Alencar, Laurent Micol, John Reid, Marcos Amend, Marília Oliveira, Viviam Zeidemann, Wilson Cabral de Souza Júnior - A Pavimentação da BR-163 e os Desafios à Sustentabilidade: Uma Análise Econômica Social e Ambiental

[25]Relatório de Impacto Ambiental - Ferrovia Norte-Sul - VALEC Engenharia

[26]Ronaldo Seroa da Motta - PADRÃO DE CONSUMO E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NO BRASIL

[27]MARGULIS, Sérgio (1991) - Economia do Meio Ambiente

[28]Ministério de Ciência e Tecnologia - www.mct.gov.br

[29]Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - www.ibge.gov.br

[30]IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - www.ibama.gov

FOLHA DE REGISTRO DO DOCUMENTO			
1. CLASSIFICAÇÃO/TIPO TC	2. DATA 23 de novembro de 2005	3. DOCUMENTO N° CTA/ITA-IEI/TC-012/2005	4. N° DE PÁGINAS 91
5. TÍTULO E SUBTÍTULO: Análise Econômica-Ambiental de Empreendimentos Viários: Um Estudo Comparativo			
6. AUTOR(ES): Fábio Henrique Campos Cruz; Rafael Inocêncio de Andrade Bitencourt			
7. INSTITUIÇÃO(ÕES)/ÓRGÃO(S) INTERNO(S)/DIVISÃO(ÕES): Instituto Tecnológico de Aeronáutica/Divisão de Infra-Estrutura Aeronáutica - ITA/IEI			
8. PALAVRAS-CHAVE SUGERIDAS PELO AUTOR: Ferrovia, Hidrovia, Rodovia, Impactos Ambientais, EIA, RIMA, Valoração			
9. PALAVRAS-CHAVE RESULTANTES DE INDEXAÇÃO: Análise econômica; Efeitos ambientais; Transporte de carga; Transporte ferroviário; Transporte por vias navegáveis; Rodovias; Transportes; Economia			
10. APRESENTAÇÃO: X Nacional Internacional Trabalho de Graduação, ITA, São José dos Campos, 2005. 91 páginas.			
11. RESUMO: Este trabalho tem como objetivo a comparação, mostrando custos e benefícios, de modais de transporte num determinado cenário brasileiro, onde os modais rodoviário, ferroviário e hidroviário possam competir entre si de maneira justa no transporte de cargas. Na análise de custos e benefícios serão analisados “custos” ambientais, fazendo uso de ferramentas de valoração de impactos ambientais para os três modais. Ao final desta análise poder-se-á dizer qual dos modais se mostra mais vantajoso no aspecto geral (tanto ambientalmente, como financeiramente).			
12. GRAU DE SIGILO: (X) OSTENSIVO () RESERVADO () CONFIDENCIAL () SECRETO			