

APLICAÇÃO DO MÉTODO MULTICRITÉRIO DE TOMADA DE DECISÃO NA MODELAGEM JURÍDICA DE REGULAÇÃO DE UMA CONCESSÃO DE FERROVIA UTILIZANDO O SOFTWARE SUPER DECISIONS®.

APPLICATION OF THE MULTICRITERIA DECISION-MAKING METHOD IN
THE LEGAL MODELING OF THE REGULATION OF A RAILWAY
CONCESSION USING THE SUPER DECISIONS® SOFTWARE.

Vilson Pedro Nery¹

RESUMO

A ferrovia é uma opção fundamental para o transporte de produtos agrícolas, oferecendo eficiência, rapidez, segurança e sustentabilidade, sendo capaz de transportar grandes volumes de carga a longas distâncias. É uma alternativa atraente para o setor do agronegócio que busca reduzir os custos de transporte e utilizar arranjos sustentáveis. A ferrovia contribui para o desenvolvimento econômico e social das regiões agrícolas, fortalecendo as economias locais e melhorando a qualidade de vida das comunidades urbanas e rurais. O estado de Mato Grosso instituiu o sistema estadual de ferrovias, já autorizou o início da construção do primeiro empreendimento e agora prepara a modelagem jurídica de regulação setorial. O artigo propõe o Processo Analítico Hierárquico (AHP) como método de auxílio ao decisor para estabelecer a modelagem de regulação de ferrovias. Para a aplicação da análise multicritério do método AHP o primeiro passo é a definição do objeto, os critérios e as alternativas. Buscou-se na lei os critérios *ambiental*, *cultural*, *desenvolvimento* e *econômico*, confrontados entre si e com as *alternativas* de intensidade da regulação: alta, baixa ou nenhuma regulação. Os critérios foram selecionados a partir de normas internas vigentes e em tratados internacionais aplicáveis à operação de uma ferrovia. Utilizou-se o modelo matemático de Saaty e o software Super Decisions® para a análise multicritérios. O artigo faz uma abordagem mista, com os dados qualitativos (abertos), e quantitativos (fechados) consubstanciados nos resultados obtidos a partir do *software*. Conclui-se que um modelo de alta regulação seria a melhor opção de modelagem jurídica de regulação da ferrovia estadual, considerando o confronto dos critérios e as alternativas.

Palavras-chave: análise multicritérios; agronegócio; ambiental; cultura; decisão; ferrovia; regulação.

¹ Advogado e Auditor, Mestre em Direito pela Universidade de Ribeirão Preto – UNAERP, Doutorando em Agronegócios pela Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, e-mail wilsonery@gmail.com

ABSTRACT

The railway is a key option for the transport of agricultural products, offering efficiency, speed, safety and sustainability, being able to transport large volumes of cargo over long distances. It is an attractive alternative for the agribusiness sector that seeks to reduce transport costs and use sustainable arrangements. The railway contributes to the economic and social development of agricultural regions, strengthening local economies and improving the quality of life of urban and rural communities. The state of Mato Grosso instituted the state railway system, has already authorized the start of construction of the first project and is now preparing the legal modeling of sectoral regulation. The article proposes the Hierarchical Analytical Process (AHP) as a method to aid the decision-maker to establish the modeling of railroad regulation. For the application of the multicriteria analysis of the AHP method the first step is the definition of the object, the criteria and the alternatives. The law sought environmental, cultural, development and economic criteria, confronted with each other and with the alternatives of intensity of regulation: high, low or no regulation. The criteria were selected based on current internal rules and international treaties applicable to the operation of a railroad. Saaty's mathematical model and the Super Decisions® software were used for the multicriteria analysis. The article takes a mixed approach, with qualitative (open) and quantitative (closed) data embodied in the results obtained from the software. It is concluded that a model of high regulation would be the best option for legal modeling of regulation of the state railroad, considering the confrontation of criteria and alternatives.

Keywords: multicriteria analysis; agribusiness; environmental; culture; decision; railway; regulation.

1. INTRODUÇÃO

A escolha da matriz rodoviária de transporte no Brasil foi influenciada por diversos fatores históricos, geográficos e econômicos, entre eles a extensão do território, a distribuição da população e as necessidades de transporte da produção agrícola. Em face das dimensões continentais e do vasto espaço territorial, durante algum tempo a construção de estradas mostrou-se vantajosa

em comparação a outros modais de transporte, como ferrovias e hidrovias, devido à sua flexibilidade e menor custo inicial.

O modelo de desenvolvimento nacional foi ancorado na construção de estradas e na indústria automobilística. O Banco de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) foi criado nos anos 50 do século 20 como agente de fomento para a financiar a iniciativa privada (FURTADO, 1985), a cadeia automobilística incluída. Entre os insumos utilizados pelos fabricantes de veículos estão o vidro, a borracha, autopeças, entre outros, resultando na geração de empregos e externalidades positivas na distribuição de renda.

Todavia, esse modelo de desenvolvimento baseado em estradas de rodagem começa a sofrer alguns desgastes provocados pelos efeitos decorrentes da combustão de combustíveis fósseis. A poluição do meio ambiente deflagra a necessidade da participação comunitária na solução dos problemas ambientais (MILARÉ, 2000).

Os investimentos em infraestrutura de transporte no país são bastante limitados, uma vez que a construção e manutenção de rodovias são realizadas pelo poder público. As rodovias apresentam menores custos que outros modais, como as ferrovias e hidrovias. Mas essa escolha política traz algumas desvantagens, como o alto custo de manutenção das rodovias, os congestionamentos frequentes e o impacto ambiental negativo causado pelo aumento do tráfego de veículos de carga.

O governo brasileiro tem buscado diversificar a matriz de transportes, promovendo modernização nas regras para exploração de ferrovias, visando reduzir a dependência exclusiva do modal rodoviário e melhorar a eficiência logística. Sabe-se que a primeira ferrovia construída no país foi um trecho de 14,5 km de extensão, edificada por um particular (NABAIS, 2014). Ao longo do tempo, os investimentos em obras estruturantes, como a construção e ampliação de ferrovias, foram feitos pelos setores público e privado alternadamente, gerando insegurança jurídica.

A opinião pública internacional pressiona para que o Brasil faça a adoção de uma produção agrícola racional, com observância de regras de preservação ambiental, e utilizando combustíveis renováveis. Tal situação

justifica a exigência de estudos prévios de impactos ambientais aos novos projetos de negócios (MILARÉ, 2000).

Neste cenário, os países produtores de alimentos planejam formas de diminuir seus custos de produção, escolhendo meios de transporte menos poluentes, e que resultem na economia de escala. A movimentação é um dos aspectos mais relevantes na composição do custo das *commodities* (REIS, 2018).

Diante deste quadro, as ferrovias ganham protagonismo, principalmente em regiões de grande produção agrícola. No estado de Mato Grosso o governo instituiu o marco legal para a exploração de ferrovias pelo setor privado, com regras liberalizantes, inclusive com certa autonomia na autorregulação.

1.1 O novo marco legal ferroviário instituído por meio da Lei federal nº 14.273, de 23/12/2021 e Lei Complementar estadual nº 685, de 25/02/2021

Com a definição de um novo modelo de exploração do setor ferroviário os investidores do setor terão uma grande margem de autorregulação, desde a concepção do projeto até a exploração. O artigo se propõe a apresentar a configuração de um modelo jurídico de regulação setorial com base em método matemático de tomada de decisão.

O advento do novo marco legal ferroviário (BRASIL, Lei nº 14.273, de 2021) impõe à Administração pública alguns deveres de vigilância, como a elaboração de uma arquitetura jurídica de regulação e controle, elaborando-se as normas setoriais regulatórias e eventualmente até uma agência reguladora setorial (BRASIL, Lei nº 13.848, de 2019).

O artigo busca identificar um modelo ótimo de regulação pública, a partir de critérios objetivos já existentes em lei esparsas e aplicáveis ao modelo de negócio, utilizando-se de um modelo matemático/jurídico. O método utilizado é a análise multicritério (Analytic Hierarchy Process - AHP) com o auxílio do software Super Decisions®.

Foram criados quatro critérios, baseados nas leis aplicáveis ao setor, úteis para a formação da modelagem jurídica. A interface do software Super

Decisions® é bastante intuitiva, o que facilita a sua operação, o uso é livre, mediante cadastro de validade temporária, e está disponível na internet. Dentro do software foram criados quatro critérios, denominados *nós*: *ambiental*, *cultural*, *desenvolvimento* e *econômico*, todos sob um mesmo *cluster*.

Com relação às *alternativas* possíveis ao modelo regulatório, foi criado um cluster com 3 *nós*, indicando o grau de intervenção de controle esperado para uma ferrovia: *alta regulação*, *baixa regulação*, e *nenhuma regulação*. A importância e o peso dos critérios de alternativas foram calculados com o uso dos métodos de análise hierárquica AHP (Analytic Hierarchy Process), a partir de um modelo matemático (SAATY, 2013).

Este trabalho divide-se em seções que, além desta introdução, aborda uma revisão teórica sobre o método AHP na seção 2, fundamentos jurídicos (critérios) na seção 3, métodos e procedimentos (software Super Decisions®) na seção 4, resultados e discussões na sessão 5 e, por fim, as conclusões na sessão 6.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA – O MÉTODO AHP

2.1 Apontamentos sobre a Análise Hierárquica do Processo (AHP) e a análise multicritérios

A análise de modelos jurídicos a partir de critérios matemáticos já foi experimentada por Robert Alexy, que idealizou uma série de equações que fazem um confronto entre o peso concreto de um princípio em relação a um outro, semelhante. Essa técnica de princípio colidente, representando a intensidade da interferência no cumprimento de um desses princípios, serve para orientar o intérprete da norma (ALEXY, 2018).

O método AHP (Analytic Hierarchy Process) é uma técnica de análise e tomada de decisão desenvolvida pelo matemático Thomas Saaty na década de 1970 do século 20. Ele é amplamente utilizado para lidar com problemas complexos de tomada de decisão, nos quais faz-se necessária a avaliação e a comparação de múltiplos critérios e alternativas.

Estudos recentes demonstraram o ranking das empresas listadas no índice Bovespa, com apreciação dos pesos de indicadores multidimensionais de desempenho para determinar, por meio do método multicritério, a influência dos critérios ambiental, social, de governança, econômico-financeira e de mercado, na posição de cada agente (FERREIRA *et al.*, 2022). Na realidade econômica atual é fundamental que o gestor compreenda as necessidades do mercado, se antecipe a desafios futuros através da prospecção de produtos que não esteja obsoleto já na fase de lançamento. Para tanto o processo decisório de aquisição de carbono se vale do método AHP (CASTELLO *et al.*, 2021).

As decisões sobre escolhas de políticas públicas utilizam os métodos de decisão multicritérios, inclusive tratando-se do uso de bicicleta nas cidades. Em São Paulo realizou-se uma consulta aos diversos *stakeholders* para identificarem-se as barreiras existentes, e os incentivos para a utilização da bicicleta na região central. Utilizou-se uma adaptação do método multicritério. Os resultados alcançados por meio de *workshops* e consultas evidenciaram que os atores envolvidos possuíam leituras distintas da realidade, ainda que o grupo de influenciadores tenha se mostrado mais crítico que o de planejadores (MIRANDA *et al.*, 2021).

Semelhante procedimento foi observado em investigação buscando analisar as estratégias disponíveis para a avaliação das demandas de incorporação de medicamentos para o tratamento de doenças raras nos diversos sistemas de saúde (AFFIZA, 2022). No setor de saúde o método AHP foi utilizado para o processo decisório relacionado à melhor localização de uma Unidade de Pronto Atendimento (UPA), valendo-se de critérios bem específicos (BRIOZO; MUSETTI, 2015). Revisão bibliográfica demonstra que o método foi útil para identificar as potencialidades existentes para seleção de tratamentos farmacológicos (CASTRO; MOSEGUI; COSTA, 2017).

A análise de decisão multicritério foi usada para identificar as áreas mais adequadas para implantação de projeto hídrico na cidade de Cabul, no Afeganistão. Os critérios foram 6: inclinação, densidade de drenagem, taxa de infiltração superficial, espessura da zona não saturada, tipo de solo e condutividade elétrica. Foi produzido um mapa de classificação para cada critério (HUSSAINI *et al.*, 2022).

No setor ferroviário há um precedente do uso do método para aferição da eficiência das vias ferroviárias utilizadas para transporte do minério de ferro (FONTAN; ROSA; LACRUZ, 2022). No setor governamental nacional o método foi usado para aferir usabilidade do sistema de custos. Ficou evidenciado que 9 critérios atingiram os pontos ótimos, alcançando um nível excelente de usabilidade, considerados como muito significativos para alcance dos objetivos de uso dos sistemas de custos (SOUZA; RODRIGUES, 2022).

3. FUNDAMENTOS JURÍDICOS – CRITÉRIOS LEGAIS DO MODELO REGULATÓRIO DE FERROVIAS

O artigo busca no ordenamento jurídico brasileiro as normas em vigor para delas extrair os critérios aptos ao desenho da modelagem jurídica de regulação de ferrovias. Além do novo marco legal ferroviário (Lei federal nº 14.273, de 2021 e Lei Complementar nº 685, de 2021, de Mato Grosso) o pesquisador baseou-se no texto de 8 normas ambientais, 5 normas incidentes sobre o aspecto cultural de populações tradicionais, outras 5 relacionadas a desenvolvimento, e 5 que se referem ao aspecto econômico (Quadro 1).

Logo adiante serão justificadas as escolhas das fontes para o critério escolhido.

Quadro 1 – Os atos normativos de onde extraíram-se os critérios para a análise hierárquica, agrupados de acordo com a pertinência temática

CRITÉRIO	NORMA	OBJETIVO
AMBIENTAL	Decreto legislativo nº 5.445, de 12/05/2005	Ratifica Protocolo de Quioto, sobre o meio ambiente
	Decreto nº 440, de 06/02/1992	Promulga o o Acordo Relativo à Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento - ECO 92
	Lei nº 9.605, de 12/02/1998	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente
	Lei nº 12.651, de 12/05/2012	Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e altera outras normas
	Lei nº 601, de 18/09/1850	Dispõe sobre as terras devolutas do Império
	Lei Complementar nº 38, de 21/11/1995	Código estadual do meio ambiente de Mato Grosso
	Lei nº 11.516, de 28/08/2007	Dispõe sobre a criação do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - Instituto Chico Mendes
Lei nº 6.938, de 31/08/1981	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências	
CULTURAL	Decreto nº 50.455, de 14/04/1961	Cria o Parque Nacional do Xingu
	Decreto nº 10.088, de 05/11/2019	Dispõe sobre a promulgação de convenções e recomendações da Organização Internacional do Trabalho - OIT ratificadas pela República Federativa do Brasil.
	Decreto nº 4.887, de 20/11/2003	Regulamenta o procedimento para identificação, reconhecimento, delimitação, demarcação e titulação das terras ocupadas por remanescentes das comunidades dos quilombos (Art. 68 do ADCT)
	Lei nº 6001	Regula a situação jurídica das comunidades indígenas, com o propósito de preservar a sua cultura
DESENVOLVIMENTO	Lei nº 7.668, de 22/08/1988	Autoriza o Poder Executivo a constituir a Fundação Cultural Palmares - FCP
	Lei complementar estadual nº 685, de 25/02/2021	Dispõe sobre o Sistema Ferroviário do Estado de Mato Grosso - SFE/MT e sobre os regimes de exploração dos serviços de transporte ferroviário
	Lei nº 14.273, de 23/12/2021	Estabelece a Lei das Ferrovias
	Lei nº 11.772, de 17/09/2008	Reestrutura a VALEC - Engenharia, Construções e Ferrovias S.A.
	Lei nº 11.483, de 31/05/2007	Dispõe sobre a revitalização do setor ferroviário, altera dispositivos da Lei no 10.233, de 5 de junho de 2001, e dá outras providências
Decreto nº 65.160, de 15/09/1969	Acordo Brasil/Alemanha de Cooperação Pesquisa Científica	
ECONÔMICO	Decreto nº 8.134, de 28/10/2013	Estrutura a Valec - Engenharia, Construções e Ferrovias S.A. para a execução das atividades de desenvolvimento dos sistemas de transporte ferroviário e aprova o Estatuto Social da empresa.
	Lei nº 9.984, de 17/07/2000	Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh)
	Lei nº 10.233, de 5/06/2001	Dispõe sobre a reestruturação dos transportes aquaviário e terrestre, cria o Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte, a Agência Nacional de Transportes Terrestres, a Agência Nacional de Transportes Aquaviários e o Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes.
	Decreto nº 6.759, de 5/02/2009	Regulamenta a administração das atividades aduaneiras, e a fiscalização, o controle e a tributação das operações de comércio exterior.
	Medida Provisória nº 1.164, DE 2/03/2023	Institui o Programa Bolsa Família e altera a Lei nº 8.742, de 7 de dezembro de 1993, que dispõe sobre a organização da Assistência Social, e a Lei nº 10.820, de 17 de dezembro de 2003, que dispõe sobre a autorização para desconto em folha de pagamento.

3.1 As normas incidentes sobre os tratados internacionais e sua imperatividade no ambiente doméstico

Tratados são acordos internacionais celebrados entre países, possuem a característica de extraterritorialidade, vigorando além das fronteiras do território do celebrante. Foi a Convenção de Viena, celebrada no ano de 1969 e internalizada pelo Brasil em 1989, que estabeleceu o direito dos tratados, a grande fonte do direito internacional público (ACCIOLY, 2000).

Em 1986 a Convenção de Viena foi complementada pelo Direito dos Tratados entre Estados e Organizações Internacionais, ou entre Organizações Internacionais. Buscou-se estender o direito de firmar tratados para além dos Estados como titulares, permitindo que Organizações (ONU, OMC etc.) também pudessem assinar ajustes internacionais.

As seguintes normas internacionais são fontes desta pesquisa:

- Decreto legislativo nº 5.445, que ratifica o Protocolo de Quioto, firmado pelo Brasil no ano de 2005. O tratado trata de medidas ambientais protetivas, entre elas: a) o aumento da eficiência energética em setores relevantes da economia nacional; b) contenção de gases de efeito estufa; c) promoção de formas sustentáveis de agricultura frente à mudança do clima; d) pesquisa, a promoção, o desenvolvimento e o aumento do uso de formas novas e renováveis de energia; e) redução gradual ou eliminação de imperfeições de mercado, de incentivos fiscais, de isenções tributárias e tarifárias e de subsídios para todos os setores emissores de gases de efeito estufa; f) limitar as emissões de gases de efeito no setor de transportes; g) redução de emissões de metano.
- Decreto nº 2.498, dispondo sobre a aplicação Acordo Geral sobre Tarifas e Comércio (GATT). Foi revogado pelo Decreto nº 6.759, de 2009, que o modificou, e refere-se a normas da Organização Mundial do Comércio (OMC). Por esse “ACORDO GERAL SOBRE TARIFAS ADUANEIRAS E COMÉRCIO”, qualquer vantagem, favor, imunidade ou privilégio concedido por um país em relação a um produto originário destinado a qualquer outro país, será estendido ao produtor similar (reciprocidade). O dispositivo se refere aos direitos aduaneiros e encargos de toda a natureza que gravem a importação ou a exportação.
- Convenção da Organização Internacional do Trabalho estabelecendo a Convenção nº 169 da OIT sobre Povos Indígenas e Tribais. Face a ela, a consulta aos povos interessados é obrigatória sempre que sejam previstas medidas legislativas ou administrativas que os afetem.
- Decreto nº 10.088, de 2019, consolidou os atos normativos editados pelo Poder Executivo Federal que dispõem sobre a promulgação de convenções e recomendações da Organização Internacional do Trabalho (OIT) ratificadas pela República Federativa do Brasil.

Algumas dessas normas alimentam mais de um critério (ambiental, cultural, desenvolvimento e econômico) porque regem de acordos internacionais incidentes sobre múltiplas relações jurídicas.

3.2 As normas protetivas relacionadas ao critério *ambiental* e sua aplicação na regulação de uma ferrovia

O Direito Ambiental é um complexo de princípios e normas que regulam as atividades humanas que, direta ou indiretamente, possam afetar a sanidade do ambiente em sua dimensão global, visando a sustentabilidade para as presentes e futuras gerações (MILARÉ, 2000).

Entre os princípios norteadores está a necessidade de controlar as ações do poluidor-pagador por meio de intervenções necessárias como a ação regulatória estatal para manutenção, preservação e restauração dos recursos ambientais, com vistas à racional utilização dos recursos.

Para agregar o tema *ambiental* como um dos critérios na pesquisa, buscou-se normas em vigor nos planos nacional e regional.

- Decreto nº 440, de 1992, promulgando o Acordo Relativo à Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, entre o Governo da República Federativa do Brasil e as Nações Unidas. Esse é o documento administrativo que permitiu a Conferência sobre o meio ambiente e desenvolvimento, a ECO 92.
- Lei nº 9.605, de 1998, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, definindo os crimes ambientais e o seu processamento.
- Lei nº 12.651, de 2012, tratando sobre a proteção da vegetação nativa. Esta norma define a Amazônia Legal como sendo a junção dos territórios dos estados do Acre, Pará, Amazonas, Roraima, Rondônia, Amapá e Mato Grosso e as regiões situadas ao norte do Paralelo 13, dos estados de Tocantins e Goiás, e parte oeste do estado do Maranhão. Conceitua “Área de Preservação Permanente” com o sendo a área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, assegurando-se o bem-estar das populações humanas. Por fim, conceituou “Reserva Legal” como aquela área localizada no

interior de uma propriedade ou posse rural, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural.

- Lei nº 601, de 1850, que trata das Terras Devolutas. De acordo com esta lei possuem tal característica as terras que não se acharem aplicadas ao uso de entidade pública; que não se acharem no domínio particular por qualquer título legítimo; não estejam incorporadas em sesmarias ou em concessões governamentais.
- Lei Complementar estadual nº 38, de 21/11/1995, que criou o Código Estadual do Meio Ambiente de Mato Grosso. Essa lei exige expressamente que uma ferrovia para ser implantada apresente o Estudo Prévio de Impacto Ambiental (art. 24, II).
- Lei nº 11.516, de 2007, que criou o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO).
- Lei nº 6.938, de 1981, dispendo sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Considera que a Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, a melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando ao desenvolvimento socioeconômico.

3.3 A proteção ao aspecto *cultural* das populações tradicionais, quilombolas e povos indígenas, diante dos novos modelos de concessões e autorizações do poder público aos modais ferroviários

A proteção dos povos tradicionais é uma garantia para a preservação de suas culturas, territórios e direitos. Os povos tradicionais são grupos étnicos e culturais que possuem uma relação histórica, social e econômica com a região em que vivem. Esses agrupamentos homogêneos abrangem as comunidades indígenas, quilombolas, ribeirinhos, extrativistas, entre outros.

A proteção envolve a implementação de medidas legais, políticas e de natureza prática, incluindo-se o reconhecimento e proteção aos seus direitos territoriais. É fundamental que os povos tradicionais tenham seus direitos

territoriais reconhecidos e protegidos, inclusive com a consulta e consentimento prévio e informado.

Sempre que uma obra impactar essas regiões deve ser realizada a consulta premonitória, permitindo-se o consentimento livre, prévio e informado para a tomada de decisões que afetem o modo de vida e o território dos povos tradicionais. Este cuidado permite que as comunidades sejam envolvidas e tenham o direito de participar das discussões e processos de políticas que afetem seus territórios, recursos naturais e formas de vida.

Algumas normas utilizadas aqui como fundamento dos critérios:

- O Decreto 50.455, de 1961, criou o Parque Nacional de Xingu. Na área de 22.000 m² são respeitadas as terras dos indígenas e as suas populações. A norma reforça a doutrina de proteção e assistência aos povos indígenas.
- Decreto nº 10.088, de 2019. Consolida atos normativos editados pelo Poder Executivo Federal que dispõem sobre a promulgação de convenções e recomendações da Organização Internacional do Trabalho - OIT ratificadas pelo Brasil.
- O Decreto nº 4.887, de 2003, regulamenta o procedimento para identificação, reconhecimento, delimitação, demarcação e titulação das terras ocupadas por remanescentes das comunidades dos quilombos, cumprindo o art. 68 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias (ADCT) da Constituição Federal.
- Lei nº 7.668, de 1988, instituindo a Fundação Cultural Palmares (FCP).
- A Lei nº 6.001, de 1973, cria o Estatuto do Índio. Prevê-se o respeito aos usos, costumes e tradições das comunidades indígenas e seus efeitos nas relações de família, ordem de sucessão, regime de propriedade e nos negócios realizados entre os indígenas.
- Convenção nº 169 da OIT sobre Povos Indígenas e Tribais.

3.4 As normas aplicadas à dimensão de *desenvolvimento* vinculadas à instalação de uma rodovia estadual

O desenvolvimento econômico e social é um processo complexo que busca melhorar as condições de vida das populações e promover o crescimento sustentável. Envolve a criação de oportunidades econômicas, redução da pobreza, promoção da igualdade, acesso a serviços básicos, proteção do meio ambiente e fortalecimento das instituições democráticas.

É caracterizado pela compatibilidade entre o crescimento econômico e a distribuição de riqueza, com diminuição da desigualdade social. O crescimento econômico possibilita a geração de empregos, aumento da renda, melhoria das condições de vida e investimentos em infraestrutura.

O desenvolvimento econômico e social deve buscar a redução da pobreza, a promoção da inclusão social e econômica dos grupos vulneráveis da sociedade. Por meio de políticas de distribuição e transferência de renda, acesso a serviços básicos, como saúde e educação, e capacitação profissional.

Busca-se elementos para o critério de desenvolvimento social em diversas normas já citadas e nas seguintes:

- A Lei Complementar estadual nº 685, de 2021, editada pelo Estado de Mato Grosso, institui o sistema ferroviário estadual. De acordo com essa lei, o sistema estadual deve promover a integração com as unidades federadas limítrofes; integrar todos os modais logísticos existentes no estado, e reduzir o custo do transporte, melhorando a competitividade da produção mato-grossense.
- Lei nº 14.273, de 2021, instituindo a Lei das Ferrovias, criando o novo marco regulatório do setor. De acordo com esta lei, as operadoras ferroviárias podem promover a autorregulação setorial.
- Lei nº 11.772, de 2008, modificou o Plano Nacional de Viação, e reestruturou a empresa VALEC (Engenharia, Construções e Ferrovias S.A.O. A VALEC tem algumas funções importantes, entre elas administrar os programas de operação da infraestrutura ferroviária; coordenar, executar, controlar, revisar, fiscalizar e administrar obras de infraestrutura ferroviária e desenvolver estudos e projetos.
- A Lei nº 11.483, de 2007, é um rearranjo feito no setor, feito após a privatização das ferrovias e entrega do modal ao setor privado, ocorrida

nos anos 90 do século 20. Esta lei tratou da revitalização do setor ferroviário.

- Decreto nº 65.160, promulgando o acordo geral de cooperação Pesquisa Científica e do Desenvolvimento Tecnológico, firmado com a República Federal da Alemanha. Esse tratado permitiu pesquisa sobre usinas nucleares.

3.3 O marco regulatório de ferrovias, o modelo de agências e a aplicabilidade no critério econômico à modelagem de regulação setorial

No setor ferroviário, existem várias normas e regulamentações aplicáveis para a garantia da segurança, eficiência e qualidade dos serviços. As normas de segurança são fundamentais para garantia da integridade dos sistemas ferroviários e a proteção dos passageiros, funcionários e público em geral.

O Código Penal tipificou uma conduta visando proteger a segurança da operação de ferrovias (art. 260) e o Decreto nº 3.365, de 1941, que regulamenta as desapropriações pelo poder público, permite expressamente que uma concessionária possa desapropriar área de interesse de seu negócio (art. 3º, inciso IV).

A proteção da fauna impõe alguns requisitos ao projeto, construção e manutenção das vias férreas, equipamentos de sinalização, trens e instalações operacionais. Questões como a redução de emissões poluentes, gestão de resíduos, conservação de recursos naturais e mitigação de impactos ambientais decorrentes da operação ferroviária devem ser observadas.

As normas de qualidade de serviço estabelecem critérios e padrões mínimos da operação para a garantia da satisfação dos usuários e a qualidade dos serviços oferecidos pelas empresas ferroviárias. Busca-se das normas aplicadas às concessões e ao sistema de agências reguladoras, as fontes de critérios econômicos.

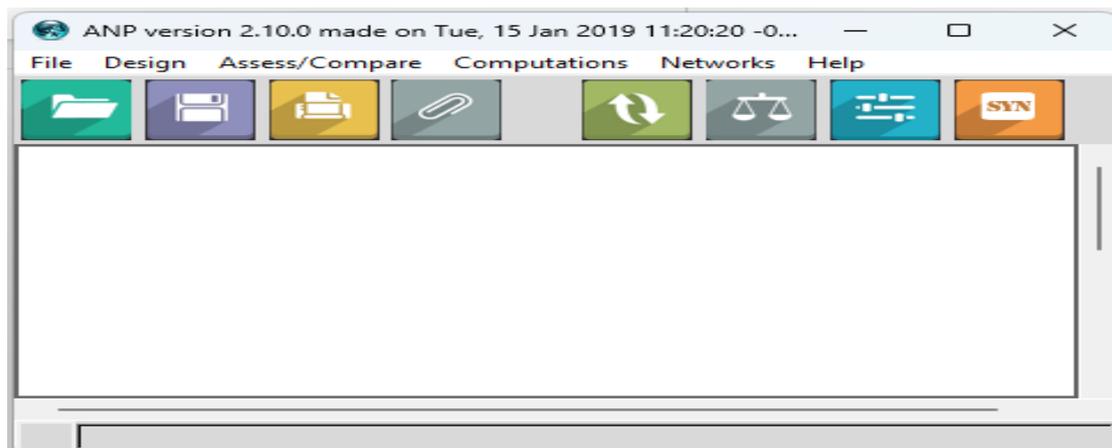
- Decreto nº 8.134, de 2013. Estrutura a Valec - Engenharia, Construções e Ferrovias S.A. para a execução das atividades de desenvolvimento dos sistemas de transporte ferroviário.
- Lei nº 9.984, de 2000, cria a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh) e responsável pela instituição de normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico.
- Lei nº 10.233, do ano de 2001, dispõe sobre a reestruturação dos transportes aquaviário e terrestre, cria o Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte, e o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT).
- Decreto nº 6.759, de 2009. Regulamenta a administração das atividades aduaneiras, e a fiscalização, o controle e a tributação das operações de comércio exterior.
- Medida Provisória nº 1.164, de 2023. Institui o Programa Bolsa Família, visando o combate à fome e a interrupção do ciclo de reprodução de pobreza entre as gerações.

4. MÉTODOS E PROCEDIMENTOS – O SOFTWARE SUPER DECISIONS®

O Super Decisions é um software desenvolvido para facilitar a aplicação do método Analytic Hierarchy Process (AHP) e outras técnicas de análise multicritérios. Ele fornece uma interface gráfica intuitiva e recursos específicos para a modelagem e resolução de problemas complexos de tomada de decisão.

Principais recursos do software: a) estrutura hierárquica; b) comparação em pares; c) cálculo de pesos.

Figura 1

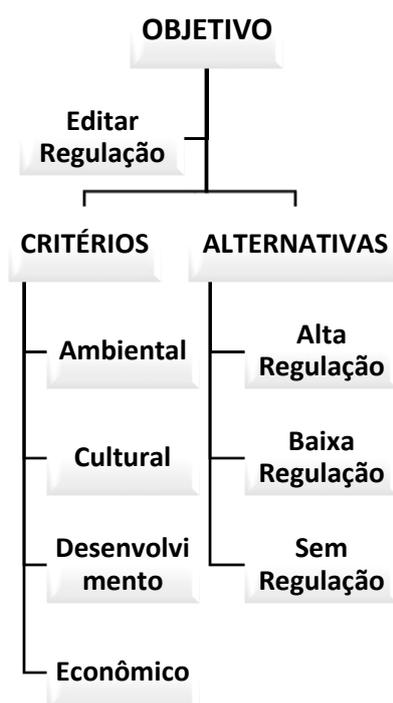


Fonte: A interface inicial do software Super Decision®

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A hierarquia foi estabelecida conforme a Figura 2.

Figura 2



O objetivo é criar um processo regulatório. Os critérios têm por escopo desenvolver o modelo de regulação de uma ferrovia, desdobrando-se em: ambiental, cultural, desenvolvimento e econômico.

As alternativas se relacionam com as opções do modelo de regulação, sendo três as soluções possíveis: alta regulação, baixa regulação, e sem

regulação. A densidade da regulação se relaciona com a possibilidade de que o estado intervenha na operação da ferrovia, visando a proteção do interesse público.

Na tabela 2 demonstra-se a o processo de aplicação do modelo de Saaty mediante a hierarquia de critérios e alternativas possíveis na modelagem proposta.

Quadro 2 – Definição das etapas do processo de criação do modelo de análise multicritérios para a criação da modelagem jurídico/matemática de regulação de ferrovias

ETAPA	DESCRIÇÃO
Definição do Objetivo	Editar regulação. Escolher entre os valores existentes, aqueles mais relevantes e que demandem proteção legal.
Definição dos Critérios	Estabelecer os valores a serem protegidos no processo de regulação. Optou-se por 4 critérios: ambiental, cultural, desenvolvimento e econômico.
Base legal	Tratados internacionais relacionados ao meio ambiente, populações tradicionais, quilombolas e indígenas. Leis ambientais federais e estaduais de Mato Grosso. Normas em vigor.
Alternativas	Alta Regulação. Baixa regulação. Sem regulação.
Avaliação das alternativas	Com o uso do software Super Decisions® foram calculadas as opções ótimas, diante dos critérios e alternativas.

Fonte: Elaborado pelo autor

A modelagem apresenta uma escala de importância (peso) entre os critérios para a tomada de decisão, cada um deles possuindo um peso variável de 1 a 9. Compara-se 2 critérios entre si, com suporte na norma aplicável.

O Quadro 3 demonstra a escala de peso do processo de análise. Os valores 2, 4, 6 e 8 são intermediários. Quanto maior for a diferença entre dois critérios, maior a necessidade de que a escolha recaia sobre o que obtiver o peso maior. A inconsistência não pode ser superior a 0,09.

Quadro 3 – Identificação do peso de cada critério e sua importância em relação a outro. O peso igual demonstra igualdade, e os pesos 2, 4, 6 e 8 são intermediários

PESO	IMPORTÂNCIA
1/9	Extremamente menos importante que
1/7	Muito fortemente menos importante que
1/5	Fortemente menos importante que
1/3	Moderadamente menos importante que
1	Igualmente importante a
3	Moderadamente mais importante que
5	Fortemente mais importante que
7	Muito fortemente mais importante que
9	Extremamente mais importante que
2, 4, 6 e 8	Valores intermediários

Fonte: Elaborado pelo autor a partir do modelo de Saaty

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Definidos os critérios, estabelecidos o objetivo e as alternativas possíveis para a tomada de decisões, fez-se a inserção das informações no aplicativo escolhido, o software Super Decisions®.

Figura 3



No primeiro nó, o objetivo: “editar marco regulatório”. No segundo nó estão os critérios: ambiental, cultural, desenvolvimento e econômico. O terceiro

indica as alternativas. A modelagem faz um confronto entre os critérios (dois de cada vez), com pesos diferentes, à escolha do decisor e de acordo com o “oponente”. O peso é validado pela norma da qual se originou o critério. Depois os critérios são confrontados com as alternativas.

O cluster que indica as alternativas possíveis apresenta três nós: alta regulação, baixa regulação e sem regulação. A seguir são apresentados os resultados alcançados.

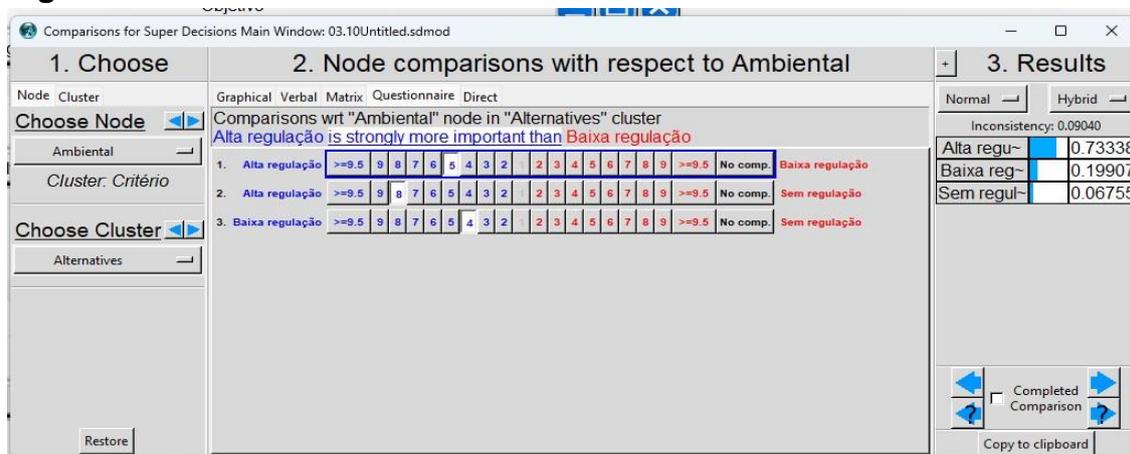
5.1 CRITÉRIO AMBIENTAL

A instalação de uma ferrovia pressupõe a produção de estudos prévios relacionados à localização, instalação e operação. A obrigatoriedade desses estudos estão previstos na Resolução nº 237, de 1997, editada pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (BRASIL, 1997).

A necessidade de observância do critério ambiental decorre de compromissos internacionais celebrados pelo Brasil. A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO 92) instituiu o critério da “precaução”. Assim, ainda que se verificar a ausência de certeza científica absoluta do prejuízo, fazem-se necessárias medidas de prevenção.

Este critério superou os demais e conduziu o decisor à alternativa de alta regulação. A alta regulação é bem mais forte que baixa regulação, resultando em 0,19907. A inconsistência ficou em 0,09.

Figura 3



5.2 CRITÉRIO CULTURAL

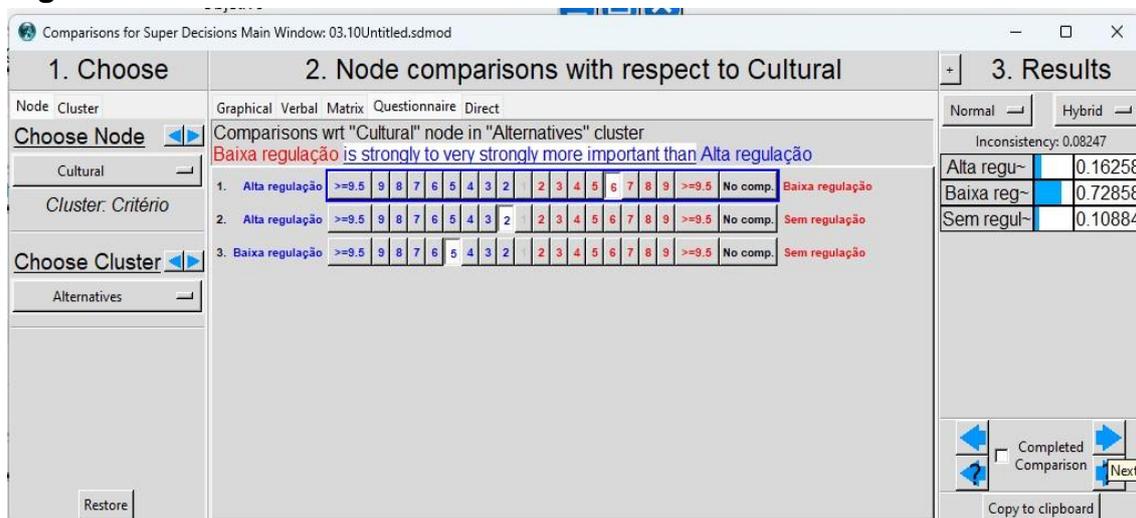
Compete ao órgão federal ambiental (IBAMA) o licenciamento de projetos que afetem terras indígenas. De acordo com a Convenção nº 169 da OIT sobre Povos Indígenas e Tribais, os governos devem estabelecer medidas especiais para salvaguardar os bens e interesses dessa população. A oitiva dos povos indígenas é obrigatória sempre que um empreendimento possam afetar seu modo de vida.

O critério cultural se relaciona também aos ribeirinhos, quilombolas, de modo que a oitiva prévia dessas populações evita a criação de riscos a sua cultura, modo de vida e cosmovisão.

No modelo proposto, o critério cultural não possui um resultado mais expressivo, e no confronto com os demais obteria peso menor. Considerado somente o critério cultural, percebe-se que a baixa regulação é mais forte e mais importante que alta regulação, resultando em 0,72858. Isso demonstra menor peso no processo decisório.

A inconsistência ficou em 0,08.

Figura 4



Fonte: Ambiente do Super Decisions®

453 CRITÉRIO DESENVOLVIMENTO

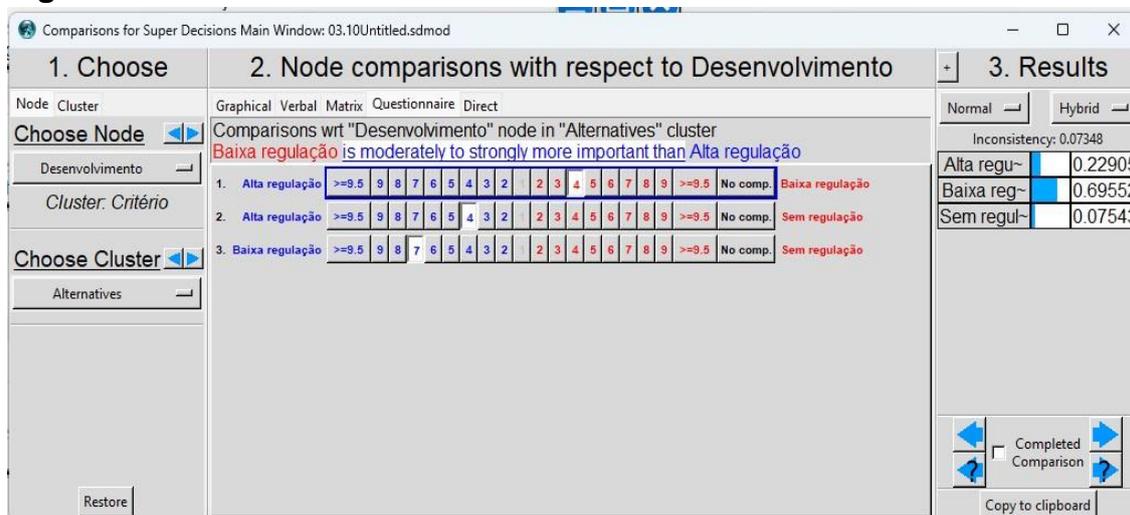
A ferrovia a ser implantada se localiza num estado de economia agrícola, possui 141 municípios abrangendo os ecossistemas amazônico, cerrado e do pantanal. Não há um desenvolvimento simétrico das cidades, em

razão das especificidades locais. O critério desenvolvimento se relaciona ao impacto da construção da ferrovia estadual nos 16 municípios alcançados.

De acordo com o estudo prévio do empreendimento, estima-se que 431 propriedades serão impactadas ao longo da ferrovia.

Para alcançar o objetivo de desenvolvimento, a modelagem sugere baixa regulação. Resulta da comparação entre este critério e as alternativas de modelos de regulação e controle. Percebe-se que a baixa regulação é mais forte e mais importante que alta regulação, resultando em 0,69552. A inconsistência ficou em 0,07.

Figura 5



Fonte: Ambiente do Super Decisions®

5.4 CRITÉRIO ECONÔMICO

O custo da ferrovia estadual de Mato Grosso está orçado em R\$ 8.119.000.000,00 (oito bilhões, cento e dezenove bilhões de reais), conforme consta do Relatório de Impacto Ambiental elaborado pela empresa Rumo Malha Norte S/A. Essa foi a única empresa interessada no projeto de 743 quilômetros de extensão. O início da operação da ferrovia está previsto para 31/12/2026.

O Relatório de Impacto Ambiental da ferrovia estima a criação de 58.000 postos de trabalho por ano no período de construção. Prevê-se a ampliação de emprego e renda, incremento na arrecadação de tributos, diminuição no tráfego de rodovias e aumento na renda dos produtores locais,

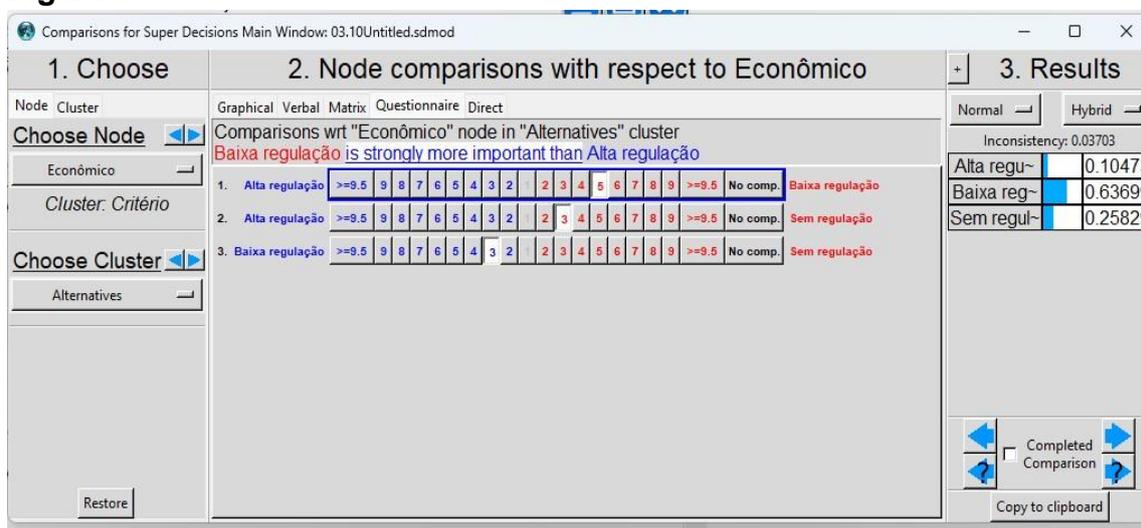
com a diminuição do custo de transporte.

O critério econômico possui vínculo com o impacto da ferrovia estadual no aumento dos lucros para os *stakeholders* da cadeia do agronegócio, principalmente os empreendedores rurais dos municípios impactados pelo novo modal de transporte.

Realizou-se a comparação entre o critério econômico e as alternativas de modelos de regulação. Percebeu-se que a baixa regulação é mais forte e mais importante que a existência de um modelo com alta regulação, resultando em 0,63699.

A inconsistência ficou em 0,03.

Figura 5



Fonte: Ambiente do Super Decisions®

5.5 RESULTADO

A análise do modelo de Saaty por meio do Super Decisions® possibilita um ranqueamento das alternativas que são disponibilizadas ao decisor, e após a pesagem dos critérios é apresentado um ranking das alternativas. Os critérios são previstos em leis.

Os critérios impactam o processo de planejamento, execução e operação de uma obra ferroviária. Buscou-se analisar o relatório de impacto ambiental produzido pela empresa RUMO, e em que medida esses critérios estão sendo observados.

Pelo método AHP a melhor combinação dos critérios indica a alternativa de alta regulação como a mais indicada, conforme o ranking.

Figura 6

Alternative Rankings

Graphic	Alternatives	Total	Normal	Ideal	Ranking
	Alta regulação	0.2562	0.5125	1.0000	1
	Baixa regulação	0.1972	0.3943	0.7694	2
	Sem regulação	0.0466	0.0932	0.1818	3

Fonte: Super Decisions®

6. CONCLUSÃO

A ferrovia é um meio de transporte que desempenha um papel relevante no desenvolvimento e crescimento das economias em todo o mundo, dadas as suas características. Trata-se de um modal seguro e eficiente, utilizado para transportar uma ampla gama de materiais, incluindo a produção agropecuária. Em relação à produção agrícolas, a ferrovia é especialmente importante para o transporte de grãos, como a soja, milho, algodão e outros.

A produção agrícola se origina de áreas rurais remotas, e a ferrovia é capaz de levar esses produtos para os centros urbanos e portos de exportação com rapidez e eficiência, reduzindo os custos e garantindo que os produtos cheguem ao seu destino em condições adequadas.

O novo marco legal de ferrovias facilitou a expansão do setor, oferecendo maior flexibilidade nas regras aplicadas ao processo de concessão, inclusive com a possibilidade de contratos longevos. O estado de Mato Grosso criou o sistema estadual de ferrovias, e agora precisa instituir a modelagem de regulação para este serviço.

A tomada de decisões é uma parte importante de qualquer empreendimento, especialmente no desenvolvimento de regras de controle e regulação de ferrovias em Mato Grosso. O método hierárquico de tomada de decisões é uma ferramenta valiosa para ajudar a considerar as necessidades e

desejos dos vários *stakeholders* envolvidos na cadeia do agronegócio, como as comunidades locais, empresas ferroviárias, organizações de proteção ambiental e órgãos regulatórios.

O método de Saaty é aplicado em diversas áreas, e é especialmente útil em situações em que há muitas alternativas e critérios a serem considerados, ajudando a priorizar ações e a tomar decisões mais fundamentadas e precisas. A análise multicritérios deste artigo buscou na lei os critérios para a escolha da modelagem de regulação a se propor. O aplicativo Super Decisions® foi utilizado para a comparação entre o objetivo, os 4 critérios e as 3 alternativas possíveis ao modelo de regulação.

Conclui-se, com base nos valores ambientais e culturais, nos propósitos de desenvolvimento social, econômico e agregação de valores à produção agrícola em Mato Grosso, que se faz necessária modelagem de alta regulação, observando-se as normas já estabelecidas, para buscar um ponto ótimo.

Como sugestão para futuras investigações sugere-se a ampliação de critérios e subcritérios para a modelagem de regulação ferroviária, incluindo-se valores adequados a outras realidades econômicas e sociais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXI, Robert. **Princípios formais** e outros aspectos da teoria discursiva do direito. Org.: Alexandre Travessoni Gomes Trivisonno et. al. 2ª ed., Rio de Janeiro: Forense, 2018.

BRASIL. Decreto nº 50.455, de 14 de abril de 1961. **Cria o Parque Nacional de Xingu**. Brasília, DF: Diário Oficial da União - Seção 1 - 14/4/1961, Página 3492.

_____. Lei nº 14.273, de 23 de dezembro de 2021. **Estabelece a lei das ferrovias**. Brasília: DF, Diário Oficial da União de 23.12.2021, edição extra.

_____. Lei nº 13.848, de 25 de junho de 2019. **Dispõe sobre a gestão, a organização, o processo decisório e o controle social das agências reguladoras**. Brasília: DF, Diário Oficial da União de 26/06/2019.

____ Lei nº 10.233, de 5 de junho de 2001. **Dispõe sobre a reestruturação dos transportes aquaviário e terrestre**, cria o Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte, a Agência Nacional de Transportes Terrestres, a Agência Nacional de Transportes Aquaviários e o Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes, e dá outras providências. Brasília: DF, Diário Oficial da União de 6/06/2001.

____ Decreto nº 10.088, de 5 de novembro de 2019. **Consolida atos normativos editados pelo Poder Executivo Federal que dispõem sobre a promulgação de convenções e recomendações da Organização Internacional do Trabalho - OIT** ratificadas pela República Federativa do Brasil. Brasília: DF, DOU de 6.11.2019, retificado em 4.12.2019 - Edição extra e retificado em 13.12.2019

____ RESOLUÇÃO CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Publicada no DOU no 247, de 22 de dezembro de 1997, Seção 1, páginas 30841-30843

BRIOZO, R. A.; MUSETTI, M. A. Método multicritério de tomada de decisão: Aplicação ao caso da localização espacial de uma Unidade de Pronto Atendimento-UPA 24 h. **Gestao e Producao**, v. 22, n. 4, p. 805–819, 2015.

CASTELLO, F. et al. Prospecção tecnológica utilizando análise de patentes e o método AHP: estudo de caso dos materiais de carbono para o setor de defesa. v. 38, 2021.

CASTRO, J.; MOSEGUI, G.; COSTA, T. Métodos De Análise Multicritério Empregados Na Seleção De Medicamentos. **Value in Health**, v. 20, n. 9, p. A909, 2017.

FERREIRA, L. B. G. R. et al. Entropia da informação e ranking das empresas do IBOVESPA. **Revista Catarinense da Ciência Contábil**, v. 21, n. 11, p. e3246, 2022.

FONTAN, R. G. DE O.; ROSA, R. A.; LACRUZ, A. J. Eficiência das Ferrovias Especializadas em Transporte de Minério de Ferro e Pelotas. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 26, n. 1, p. 1–16, 2022.

FURTADO, Celso. A fantasia organizada. 1ª ed., Rio de Janeiro, Editora Paz e terra, 1985.

FERRAZ, Maurício Munhoz. **O avanço do agronegócio e o índice de crescimento sustentável dos municípios de Mato Grosso**. Cuiabá : Carlini& Caniato Editorial, 2020.

HUSSAINI, M. S. et al. Site selection for managed aquifer recharge in the city of Kabul, Afghanistan, using a multi-criteria decision analysis and geographic information system. **Hydrogeology Journal**, v. 30, n. 1, p. 59–78, 2022.

MATO GROSSO. Lei Complementar nº 685, de 25 de fevereiro de 2021. **Dispõe sobre o Sistema Ferroviário do Estado de Mato Grosso - SFE/MT e sobre os regimes de exploração dos serviços de transporte ferroviário de cargas**

e de passageiros, e dá outras providências. Cuiabá : Assembleia Legislativa de Mato Grosso, 2021.

_____. Lei Complementar nº 38, de 21 de novembro de 1995. **Dispõe sobre o Código Estadual do Meio Ambiente e dá outras providências.** Cuiabá: Assembleia Legislativa de Mato Grosso, 2021.

MILARÉ, Édis. **Direito do ambiente:** doutrina, prática e jurisprudência. São Paulo : Eduityora RT, 2000.

MIRANDA, H. DE F. et al. Medidas para a promoção da bicicleta em São Paulo: uma análise Multicritério e Multiatores. **Transportes**, v. 29, n. 1, p. 194–210, 2021.

MOREIRA, Egon Bockmann. Direito das concessões de serviço público. São Paulo : Melhoramentos, 2010.

NABAIS, Rui José da Silva (org). Manual básico de engenharia ferroviária. São Paulo : Oficina de Textos, 2014.

PIMENTEL, D. J. O. et al. Análise de Mudanças na Paisagem para Avaliar Eficiência de Restauração Ecológica em Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas. **Biodiversidade Brasileira - BioBrasil**, v. 12, n. 2, p. 1–11, 2022.

PINHEIRO, Armando Castelar. Regulação das ferrovias. Rio de Janeiro : Editora FGV, 2017.

RUMO MALHA NORTE S/A. Relatório de Impacto Ambiental. Ferrovia de integração estadual de Mato Grosso. Cuiabá : STCP Engenharia de Projetos Ltda, 2022.

REIS, João Gilberto Mendes dos reis; NETO, Pedro Luiz de Oliveira Costa (org). Engenharia de produção aplicada ao agronegócio. São Paulo : Blucher, 2018.

SAATY, T. L. Toma de decisiones para líderes. **Journal of Chemical Information and Modeling**, v. 53, n. 9, p. 1689–1699, 2013.

SHEILA MARIA BELGIS PUTRI AFFIZA. ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO DE TECNOLOGIAS EM SAÚDE PARA MEDICAMENTOS EM DOENÇAS RARAS: Uma Revisão rápida de escopo. **הארץ**, n. 8.5.2017, p. 2003–2005, 2022.

SOUZA, E. A. DE; RODRIGUES, E. C. C. Usabilidade dos sistemas de custos no Setor Público Federal. **Revista Catarinense da Ciência Contábil**, v. 21, n. 1, p. e3224, 2022.

WEISS, R.; PIPPI, L. G. A. Análise multicritério na definição de vulnerabilidade ambiental. **Terr Plural**, v. 13, n. 3, p. 272–295, 2019.

Submetido em 10.10.2022

Aceito em 13.12.2022