



CATEGORIA 2

INTELIGÊNCIA GEOGRÁFICA APLICADA A ANÁLISE DE RISCO SOCIOAMBIENTAL EM EMPREENDIMENTOS FERROVIÁRIOS

INTRODUÇÃO

Como parte do universo de gestão ferroviária, o conhecimento locacional de seus ativos (pontes, túneis, bueiros), faixa de domínio (confrontantes, limites) e elementos ambientais de sua área direta e indiretamente afetada é início para um gerenciamento de riscos efetivo, principalmente se este último estiver embasado sobre banco de dados sólido e a partir de modelo de análise espacial.

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



Após os últimos eventos devastadores envolvendo os casos de Mariana e Brumadinho em Minas Gerais, empresas brasileiras de grande porte têm revisto seus parâmetros de exposição ao risco socioambiental, principalmente voltados para impactos das populações. Sendo assim, o planejamento estratégico na gestão de riscos envolve cada vez mais a gestão do conhecimento associado com as vulnerabilidades inerentes às atividades realizadas em uma organização que no caso de ferrovias se pauta principalmente sob o fluxo de produtos transportados.

Diante dessa problemática surgiram questionamentos que entre eles se destacaram: Como aplicar inteligência geográfica na gestão de riscos em empreendimentos lineares de grande extensão, em especial ferrovias para priorização de áreas de investimento, prevenção, preparação e resposta em caso de materialização do risco? Como devem ser definidas as áreas consideradas sensíveis?

Assim, teve-se como objetivo deste estudo, propor metodologia de análise espacial que subsidie a gestão de riscos em empreendimentos lineares, especialmente ferrovias e que leve em consideração impacto socioambiental.

A justificativa deste estudo e respectivas abordagens está pautada em uma tentativa de construção de modelo de análise espacial que leve em consideração variáveis sociais,

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



ambientais e de ativos ferroviários para gestão de riscos que possibilite identificação e espacialização de vulnerabilidade e correlação dos possíveis impactos, bem como o cálculo de probabilidade da materialização de cenários.

Devido a dimensão ilimitada de abordagens para análise de riscos, neste estudo focou-se em estabelecer metodologia seguindo conceitos similares ao constante no Termo de Referência (TR) para Estudo de Riscos do IBAMA (2019). Sendo assim, o risco denominado como Mapeamento Ambiental no TR foi estabelecido pela concessionária administradora da FCA e FNS como risco de acidente grave com possível impacto socioambiental. O principal objetivo deste mapeamento, conforme descrito no TR, é avaliar de forma qualitativa os impactos em ambientes sensíveis e pontos de interesse por conta do vazamento de produtos transportados na ferrovia. Seguindo essa lógica, foi estabelecido que as áreas sensíveis consideradas seriam pela perspectiva de impacto em um possível cenário de desabastecimento populacional. Esse cenário além das possíveis interferências ao meio ambiente e o alcance social, leva em consideração os impactos legais e de imagem à concessionária que administra as respectivas ferrovias.

Ressalta-se que a relevância deste estudo se pauta em conhecer de forma mais detalhada e profunda o perfil de risco socioambiental das ferrovias FCA (Ferrovia Centro Atlântica) e FNS (Ferrovia Norte-Sul), bem como propor uma metodologia que poderá ser usada por outros empreendimentos do setor ferroviário a fim de garantir padrão de



análise técnico e minimizar subjetividade. A abordagem utilizada nesta análise poderá também ser replicada por órgãos licenciadores ou como citado acima, por outras empresas administradoras de empreendimentos lineares, especificamente ferrovias.

DIAGNÓSTICO

Para responder aos questionamentos que impulsionaram as análises, o estudo¹ contou com seis etapas sendo elas, a revisão bibliográfica em que se constatou este estudo como pioneiro na gestão de riscos socioambientais ferroviários. Seguida de uma segunda etapa na elaboração de perguntas norteadoras tais como: “O que considerar como impacto? O que considerar como área sensível? Como? Quantos e onde estão localizadas as áreas, pontos ou trechos sensíveis?...”, e outras. Neste momento foram definidas as métricas a serem aprofundadas e tratadas no estudo.

Posteriormente na terceira fase do estudo em que se denominou ‘diagnóstico’ foi levantado nas escalas regional base de dados públicos (federais e estaduais, tais como

¹ O estudo realizado pela concessionária das ferrovias FCA e FNS contou com a consultoria da GE21 Geotecnologias (uma das empresas do Grupo GE21) para coleta de dados, construção do modelo e no processamento da informação.

IBGE e ANA) e particular (da própria concessionária que administra as ferrovias FCA e FNS - VLI), que influenciam diretamente sobre adjacências do empreendimento.

Para construção dessa análise técnica, criou-se uma base de dados geográficos a respeito de informações ambientais georreferenciadas, considerando em suas análises as seguintes etapas metodológicas resumidamente (Figura 1):

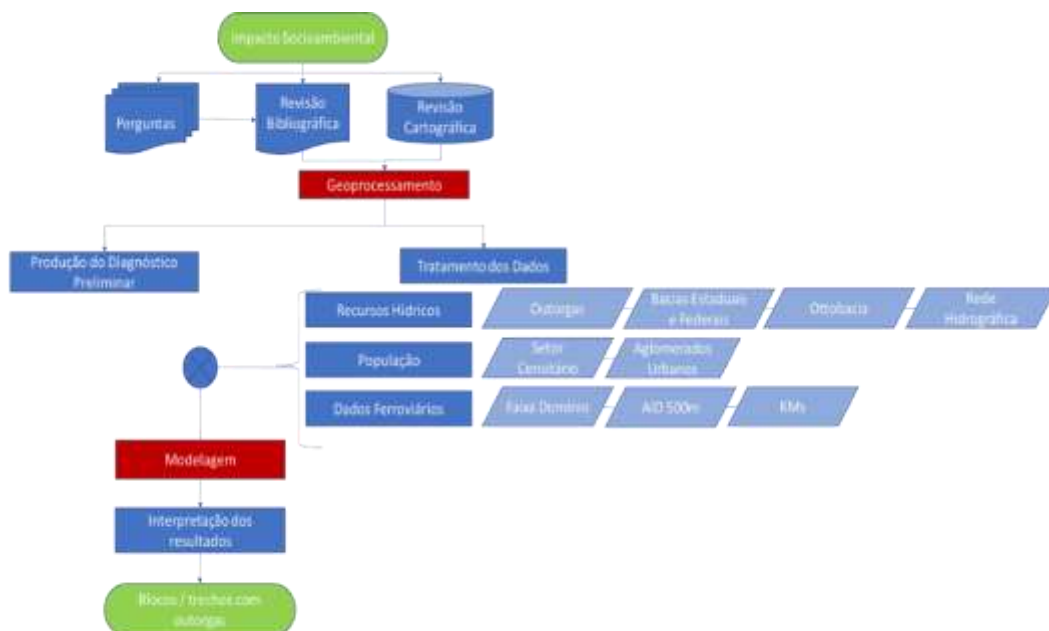


Figura 1 - Metodologia Estudo de Impacto Socioambiental

Após esses procedimentos, fez-se o tratamento da informação espacial e de dados cadastrais utilizando-se técnicas de geoprocessamento e softwares tais como ArcGis e QGIS para correlacionar as variáveis e responder às perguntas orientadoras.

Em paralelo ao tratamento dos dados, foi aplicado o Método Delphi em conjunto à um grupo de especialistas da área ambiental e de riscos para definição dos pesos das

variáveis na classificação de impacto das áreas sensíveis a fim de reduzir a subjetividade do trabalho.

Para finalizar, na sexta e última etapa do trabalho, em posse dos resultados e saídas dos modelos de análise espacial, fez-se refinamento e classificação das criticidades junto levantamentos da equipe de Via Permanente das ferrovias FCA e FNS e intensas discussões sobre os resultados.

- **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

A demanda logística de transportar maior volume e rapidez de bens materiais e pessoas, trazem o setor ferroviário como um dos melhores investimentos para atendimento dessa necessidade. Associado a este cenário de busca de eficiência no escoamento de produção via empreendimentos lineares, especificamente em ferrovias, surgem desafios tais como estudo de produção, gestão de ativos e respectivas manutenções preventivas e corretivas, gestão de saúde, segurança e meio ambiente (SS&MA) e, não menos importante, o gerenciamento de riscos como suporte para segurança operacional e tomada de decisão à fim de identificar e classificar áreas vulneráveis e garantir controle sobre ocorrências ferroviárias.

Aprofundando-se na temática referente a gestão de segurança operacional, Ribeiro (2011) ao discutir sobre atendimento emergencial em ferrovias, afirma que:

“os acidentes ferroviários são causadores de inúmeros inconvenientes: geram custos de reparação da via e do material rodante danificados; custos de perda de mercadoria em casos de tombamentos de vagões; custos de operação devido ao tempo de interrupção e liberação de tráfego; e, quando ocorridos em regiões metropolitanas, afetam a população local. Essa questão se torna muito mais grave quando os acidentes envolvem produtos perigosos, agressivos aos seres vivos e ao meio ambiente em geral.” (RIBEIRO, 2011, p.1).

Ainda segundo Ribeiro (2011), um acidente ferroviário pode ter suas causas relacionadas a via permanente, material rodante, operação (falha funcional) e outras. Entre as falhas associadas a via permanente e que possuem maior recorrência durante as estações primavera/ verão, estão as obstruções da via caracterizadas por erosões e rupturas de aterros, queda de barreira e/ ou deslizamentos de terra, inundações, entre outros. Conhecer a causa dos acidentes, aprofundando-se no entendimento das variáveis e respectivo comportamento e/ou padrão para atuar no seu controle é essencial para reduzir frequência. Todavia, conhecer os possíveis impactos dos acidentes e respectivas gravidades à comunidade e ao meio ambiente se tornam ainda mais importante em um contexto de busca constante por práticas de responsabilidade social e sustentabilidade associadas a eficiência operacional.

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



Seguindo a lógica acima apresentada, o conhecimento de ativos e elementos ambientais e sociais que compõem o entorno de influência do empreendimento é início para um gerenciamento de riscos efetivo, principalmente se este último tiver embasado sobre banco de dados sólido e a partir de modelo de análise espacial.

Corroborando com esta linha de pensamento, Nardocci (p.3, 1999) afirma que uma das etapas essenciais é a definição de parâmetros e pesos claros e precisos que subsidiam as análises e a tomada de decisão. Dessa maneira, concordando com Moura (2007), “em lugar de simplesmente descrever elementos ou fatos, os modelos de análise espacial em SIGs podem traçar cenários, simulações de fenômenos, com base em tendências observadas ou julgamentos de condições estabelecidas.”

Para este estudo alguns conceitos-base precisaram ser estabelecidos e entendidos para atingir os objetivos propostos, como por exemplo o de ‘recursos hídricos’: bacia hidrográfica e outorgas. A Bacia Hidrográfica do ponto de vista geográfico é uma unidade espacial de estudo que pode ser definida como "um sistema espacial geograficamente definido e delimitado a partir da configuração da rede de drenagem, sendo constituída por dimensões físicas, biológicas, econômicas, sociais e culturais." (MAGALHAES, 2014, p.17).

Dessa maneira considera-se que,

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



“A bacia hidrográfica (micro, meso e macro) por constituir-se uma unidade natural de paisagem representa uma condição apropriada de definição espacial de um geocossistema, dentro do qual é possível avaliar e prognosticar detalhadamente as interrelações entre o uso do solo, a quantidade e a qualidade de água drenada.” (Soares, 2005, p.3).

A informação de bacia hidrográfica foi obtida junto aos sites dos órgãos de gestão das águas nas escalas estaduais e federais e utilizadas durante a etapa de tratamento da informação espacial no cruzamento de dados.

Juntamente ao dado de bacia hidrográfica utilizou-se a informação de outorgas, que conforme a Agência Nacional das Águas:

“A outorga é o instrumento da Política de Recursos Hídricos que tem o objetivo de assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água. Garante ao usuário outorgado o direito de acesso à água, uma vez que regulariza o seu uso em uma bacia hidrográfica.” (ANA, 2011, p.11).

Sendo instrumento legal que assegura ao usuário o direito de uso dos recursos hídricos, tomou-se estes dados como unidade de análise para desenvolvimento da metodologia. Outro importante conceito utilizado foi o de população em que para o estudo considerou-se:

- Aglomerados Urbanos – Regiões Metropolitanas e Aglomerações Urbanas são constituídas por agrupamentos de municípios limítrofes e são instituídas por lei complementar estadual, de acordo com a determinação do artigo 25, parágrafo 3º da Constituição Federal de 1988. Dado disponível na base pública do IBGE no ano vigente do projeto, contendo todos as áreas urbanizadas e seus dados associados.
- Setores Censitários – O setor censitário é a unidade territorial estabelecida para fins de controle cadastral, formado por área contínua, situada em um único quadro urbano ou rural, com dimensão e número de domicílios que permitam o levantamento por um recenseador. Conforme dados do Censo Demográfico de 2010, disponível na base pública do IBGE no ano vigente do projeto (2019) contendo valores de população do período.

- **Brainstorming – Perguntas norteadoras**

Conforme anteriormente exposto, o trabalho contou com seis etapas, a segunda delas foi a aplicação da técnica de brainstorming com um grupo de trabalho para levantamento de quais perguntas objetivava-se de responder. Entre elas surgiram as perguntas: “O que considerar como impacto?”. A partir da definição de considerar locais em que há outorgas de uso da água, deu-se aprofundamento como “quantas e onde estão localizadas?”. Outra pergunta projetada pelo grupo de trabalho foi “qual a bacia

hidrográfica se localiza e qual a vazão outorgada para cada ponto de outorga?”. Perguntou-se também “quais aglomerados ou áreas urbanas, povoados ou cidades existentes próximos a área de influência direta podem ser potenciais usuários das águas em que estas outorgas se localizam?”; E não menos importante, mas pertinente para as análises: quais os KMs associados a esses pontos de outorga?”. A partir dessas perguntas iniciais e outras foram definidas as métricas a serem aprofundadas e tratadas.

- **Diagnóstico**

Na terceira etapa do estudo em que se denominou ‘diagnóstico’ foi levantado nas escalas regional base de dados públicos (federais e estaduais, tais como IBGE e ANA) e particular (da própria concessionária que administra as ferrovias FCA e FNS - VLI), que influenciam diretamente sobre adjacências do empreendimento.

Com o objetivo de parametrizar as variáveis fundamentais para a construção das análises, o grupo de trabalho definiu um conjunto de questões que cercam as principais variáveis influenciadoras na operação em relação a fragilidade dos recursos hídricos. Assim, questões envolvendo a correlação espacial entre elementos da base de dados foram elaboradas de forma a refinar as análises e agregar informações.

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



Os dados utilizados para este trabalho foram obtidos nas plataformas digitais dos órgãos públicos e na base de dados da concessionária que administra a FCA e a FNS. Sendo assim, pode-se citar os seguintes dados usados no trabalho:

- Área de Influência Direta (AID) – Área sujeita aos impactos diretos do empreendimento. Dado (polígono) que define os limites da área de influência direta definidos pelo órgão de licenciamento ambiental federal – IBAMA.
- KMs – Marcos quilométricos conforme sistema de licenciamento de trens ActWeb. Dados do eixo de linha férrea disponibilizado pela equipe de infraestrutura operacional da VLI.
- Bacias Hidrográficas e Outorgas – Dados estaduais e federais disponibilizados pelas agências de gestão de recursos hídricos e pela ANA (Agência Nacional das Águas) até setembro de 2019.
- Aglomerados urbanos e setores censitários – Censo Demográfico de 2010 do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).
- Rota de produtos químicos e/ou perigosos – Dados disponibilizados pela empresa VLI.

• **Tratamento da Informação Espacial**

A quarta etapa constituiu-se no tratamento da informação espacial. Para isso foram utilizadas técnicas de geoprocessamento e softwares de análise espacial tais como

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



ArcGis e QGIS para correlacionar as variáveis e responder às perguntas orientadoras. Os dados de entrada para execução das métricas foram em formato shapefile (.shp). Um exemplo de tratamento realizado a partir dos dados de Bacia Hidrográfica e do modelo topográfico SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), foi possível a separação das bacias hidrográficas que interceptam a ferrovia a partir do eixo em dois contextos de contribuição hídrica: à montante da linha férrea e à jusante da linha férrea. Além da visualização da distribuição espacial da localização das outorgas (Figura 2).

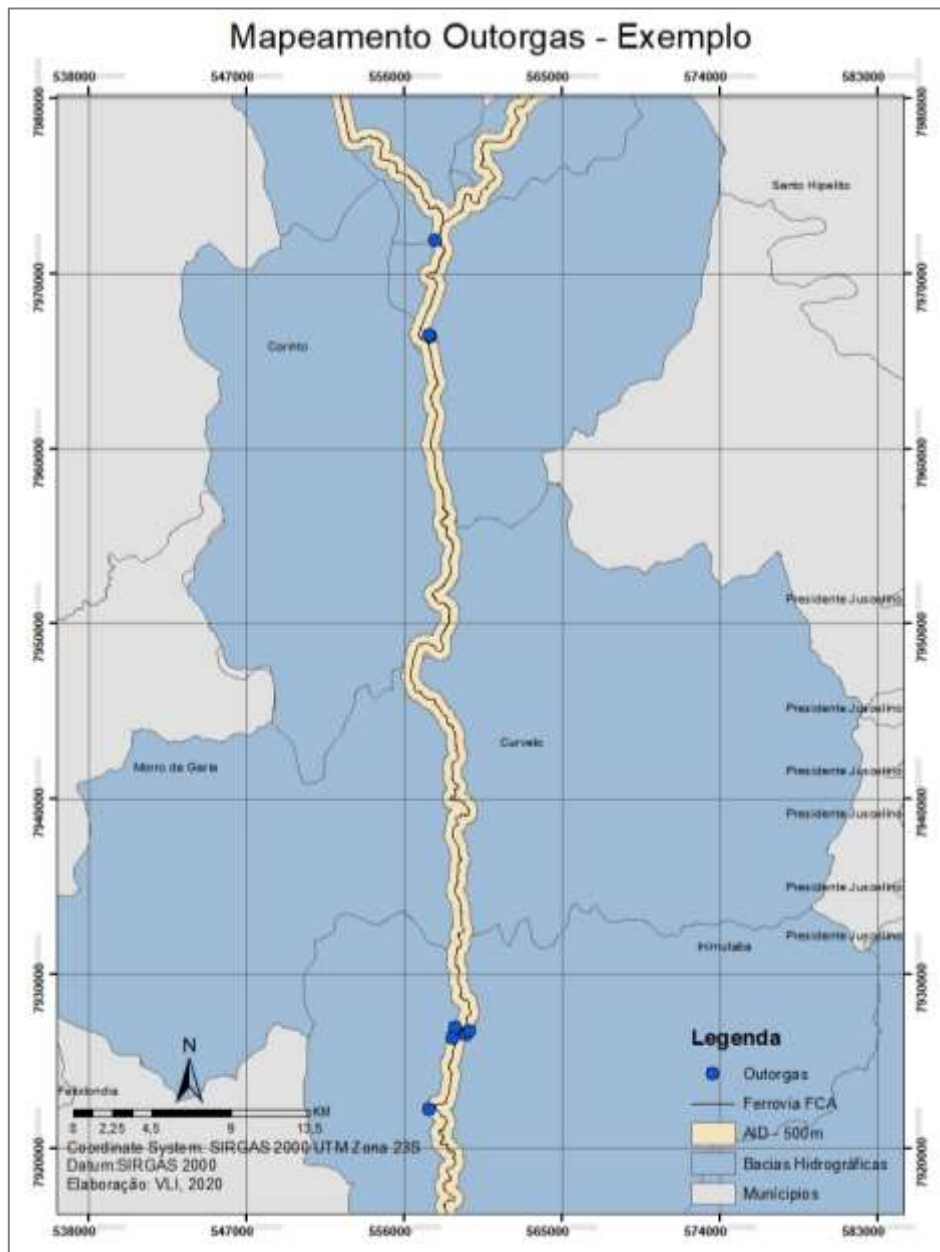


Figura 2 - Mapeamento Outorgas - Exemplo

Dado o tratamento da informação espacial e de dados cadastrais utilizando-se técnicas de geoprocessamento e softwares tais como ArcGis e QGIS para correlacionar as variáveis e responder às perguntas orientadoras, obteve-se os dados preliminares que

posteriormente tiveram agregação dos dados resultantes da aplicação do método Delphi.

- **Aplicação Método Delphi**

Em paralelo ao tratamento dos dados, foi aplicado o Método Delphi junto a um conjunto de especialistas da área ambiental e de riscos para definição dos pesos das variáveis na classificação de impacto das áreas sensíveis a fim de reduzir a subjetividade.

Uma vez concluído o levantamento, ajuste e refinamento da base de dados a partir das métricas, inicia-se o processo de construção do modelo de análise. O método para valoração das correlações espaciais ao longo da rede ferroviária, levando-se em consideração o grau de fragilidade dos os recursos hídricos foi o Método de Multicritério.

MOURA (2010) define Análise Multicritério como “(...) procedimento metodológico de cruzamento de variáveis, também conhecido como Árvore de Decisões ou Análise Hierárquica de Pesos, baseado no mapeamento de variáveis em planos de informação e componentes de legenda, onde cada plano e cada componente possui seu grau de pertinência, e o resultado é construído a partir de média ponderada.”

Para se compreender a relevância de cada variável dentro da análise utiliza-se de um método de maximização de consensos, o objetivo é minimizar a subjetividade e permitir uma interpretação mais abrangente dos dados e fenômenos, com o envolvimento de um número maior de profissionais.

“A Técnica Delphi consiste em um questionário interativo, aplicado repetidas vezes, a um grupo de especialistas, voltado para um assunto de interesse do entrevistador. A cada rodada de aplicação dos questionários, as respostas são analisadas, sob um tratamento estatístico simples, cujos resultados são apresentados aos participantes para avaliação de seus posicionamentos à luz do resultado da tabulação de dados. Desta forma os entrevistados poderão verificar se manterão ou alterarão suas posições anteriores.” (Wright, 1986, p.8)

Dentro da metodologia aplicada para esse projeto, para execução do método Delphi foi utilizado um questionário eletrônico, desse modo o acesso seria facilitado dentro da infraestrutura corporativa do grupo de trabalho da empresa VLI, atingindo assim um número grande de profissionais e aumentando a eficiência do método.

Antes do questionário ser aplicado, foram definidos intervalos de classes para cada variável a serem disponibilizadas. Foram utilizados dois métodos, o primeiro foi o de

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



Quebras Naturais (Natural Breaks), esse método utiliza-se de agrupamentos naturais inerentes ao dado, compartimentando os valores em classes semelhantes. O segundo método é o de Intervalos Iguais, onde a variação do maior para o menor valor da amostra é dividida pelo número de classes e assim define-se o valor dos intervalos.

Uma vez realizado o questionário a equipe de trabalho retornou um relatório contendo os resultados de todos os profissionais participantes. No total foram 13 profissionais envolvidos na coleta de dados. Em um relatório é resumido os pesos para cada camada dentro da análise totalizando 100%, e o valor de nota de 1 a 5 para cada classe dentro da camada como no exemplo da (Figura 3).

Pesquisados, data e hora de registro das respostas					Pesos das Variáveis de 0 - 100%		
ID	Hora de início	Hora de conclusão	Email	Hora de postagem da nota	Importância de Vazão (m³/s)	Importância de APP	Importância de Área Urbana / População Impactada
1	12/2/19 17:19:17	12/2/19 17:53:09	anonymous	12/4/19 16:15:30	30	10	60

População impactada/ abastecidas por outorga?				Finalidade de Uso da Outorga			
Menor que 174.491	174.492 - 582.099	582.100 - 1.410.524	Maiores que 1.410.525	Outros usos	Uso agrícola	Uso humano	Uso industrial
4	5	5	5	1	3	5	4
3	4	4	5	3	4	5	3
3	4	4	5	4	4	5	1

Figura 3 - Exemplo Questionário Aplicado e Respostas Concedidas

A partir desse resultado esses valores e notas foram associados em suas respectivas colunas aos vetores de outorga, com o objetivo de transferir o resultado do Delphi para a tabela de atributos dos arquivos shape.

Associados os resultados do Delphi aos atributos dos pontos de outorga, os arquivos shapefile e tabelas de excel sintetizaram todo o levantamento de variáveis e seus pesos e notas.

Como quinta etapa na construção das análises de criticidade, o conjunto de dados de outorgas tiveram em sua tabela de atributos as notas para cada item de legenda e variável dentro da sua metodologia. Outro elemento importante é o valor referente relevância de cada camada dentro da análise, esse valor foi definido também a partir do questionário. Abaixo segue um exemplo de fórmula (Figura 4) utilizada dentro do software ArcGis para cálculo da vulnerabilidade / impacto da outorga:

$$\text{Outorga} [\text{mc_vazao}] * 0.074 + [\text{mc_ot_LF}] * 0.074 + [\text{mc_d_ot_FD}] * 0.074 + [\text{mc_p_im_ot}] * 0.174 + [\text{mc_out_ver}] * 0.14 + [\text{mc_uso_ot}] * 0.1 + [\text{mc_ar_urb}] * 0.174 + [\text{mc_ac_a_ur}] * 0.14 + [\text{mc_solo}] * 0.05$$

Figura 4 - Exemplo de fórmula de análise multicritérios

- **Refinamento e classificação das criticidades**

Para finalizar, na sexta e última etapa do trabalho, em posse dos resultados e saídas dos modelos de análise espacial, fez-se refinamento e classificação das criticidades junto levantamentos da equipe de Via Permanente das ferrovias FCA e FNS em que as equipes percorreram os trechos sinalizando além dos pontos levantados pela consultoria, outros pontos relevantes de cursos d'água que em caso de acidentes poderiam comprometer cursos d'água utilizados para abastecimento local ou regional (Figura 5).



Figura 5 – Ilustração de corpo hídrico correlacionado a Outorga: Ferrovia Norte Sul – Corredor Centro Norte (Barragem de Estreito)

Para validação dos dados, como um double-check, as equipes operacionais de Via Permanente nos corredores ferroviários realizaram inspeções confirmando e/ou corrigindo o dado ponderando se o ponto era a jusante, a montante e se estavam a uma faixa de faixa de segurança estabelecida internamente (Figura 6).

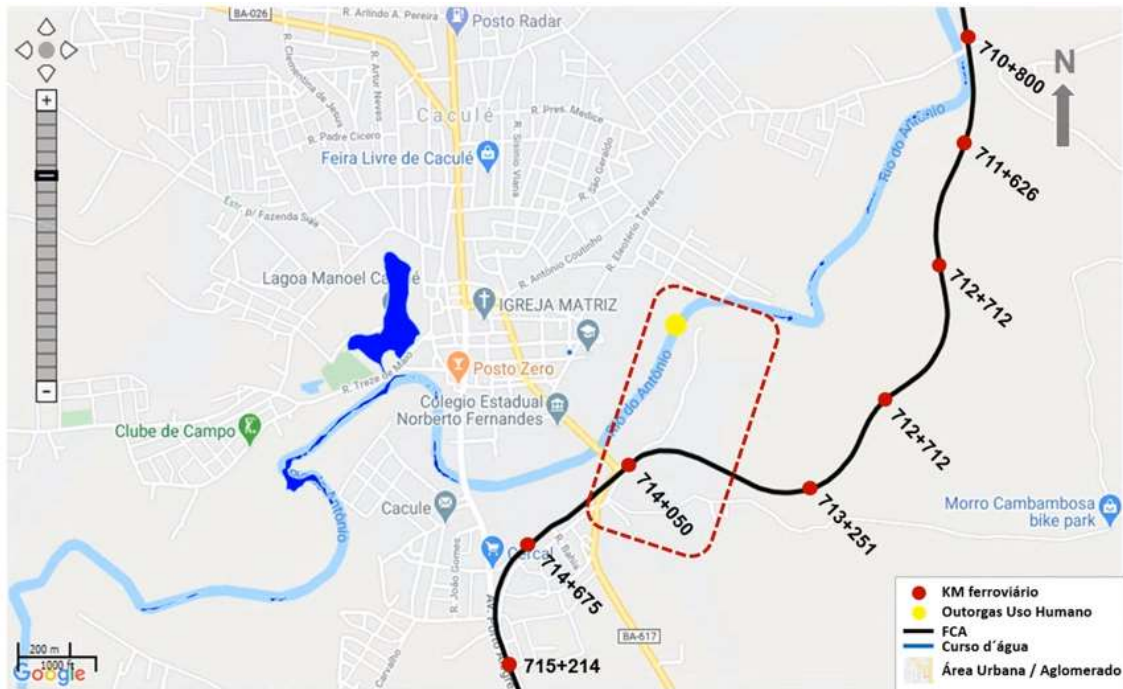


Figura 6 - Localização Ponto de Outorga e Ferrovia

Outro importante critério de priorização utilizado foi com base no dado de rotas de produtos, considerando os critérios ambientais de maior ou menor facilidade de contenção do produto em uma possível emergência ambiental.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Dos resultados obtidos na revisão bibliográfica e na etapa de brainstorming constatou-se o estabelecimento de métricas para condução do estudo. A partir do incessante levantamento de dados e padronização, seguido da aplicação de técnicas de

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



geoprocessamento e métodos de hierarquização de pesos e notas para variáveis, foi possível chegar a resultados² como apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Dados Gerais Outorgas

Quantidade Total de Outorgas	Quantidade em Trecho Operacional	Quantidade em Trecho Não Operacional / Devolvidos
2046	1.617	429

Importante ressaltar que a base de dados utilizada é pública e foi necessário estabelecer um limite de tempo dos dados para que fosse possível o desenvolvimento e aplicação da metodologia. O dado de outorga é altamente dinâmico, sendo necessário estabelecer um período de atualização dessas informações.

Além destes dados, foi possível conhecer quantas outorgas por finalidade de uso dentro da área de influencia direta (AID) 500m existem ao longo da FNS e FCA, conforme Tabela 2.

² Devido a sensibilidade e investimento na obtenção dos resultados deste trabalho alguns resultados não foram trazidos à fim de preservar e seguir as políticas de Ética e Conformidade da concessionária.

Tabela 2 - Dados Gerais Outorgas

Finalidade de Uso	Quantidade
Industrial e Agrícola	1244
Outros Usos	95
Uso Humano	285

Dado esses conhecimentos de quantidade de outorgas, localização (bacia hidrográfica, município, km ferroviário), vazão e corredor ferroviário, fez-se o cruzamento destes dados com a rota de produtos. Dessa maneira, as áreas sensíveis ambientais mapeadas foram correlacionadas com as rotas de perigosos transportados, considerando a classificação de impacto com pesos definidos entre 5 a 1, definida pela área de meio ambiente do grupo de trabalho, atingindo o resultado de classificação conforme a Tabela 3.

Tabela 3 - Classificação de criticidade/ impacto

Transporte de pelo menos um produto perigoso líquido combustível, sendo considerado a maior facilidade de dispersão na água e infiltração nos solos, gerando maior dificuldade de contenção (Produto Líquido com peso 5: Álcool, Biodiesel, Gasolina e Óleo Diesel)	Nível Alto
---	------------

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



Transporte de pelo menos um produto perigoso sólido contaminante, sendo considerado com menor reação com água/solos, gerando maior facilidade de contenção (Produtos Sólidos com peso 4: Enxofre e Cal)	Nível Médio
Transporte de pelo menos um produto perigoso sólido contaminante, sendo considerado com menor reação com água/solos, gerando maior facilidade de contenção (Produtos Sólidos com peso 3: Coque, LAB e Fertilizantes e peso 1: Ferrogusa e Antracito)	Nível Baixo

A partir dos critérios de classificação acima foi possível conhecer as áreas de impacto e cruzando com os dados de via permanente (necessidade de trilhos e dormentes, por exemplo), estabeleceu-se este trabalho como base para futuras solicitações de investimentos e manutenções.

Outro importante resultado foi a disponibilização do conhecimento gerado na plataforma WebGis da empresa, denominada SIGA – Sistema Integrado de Gestão Ambiental em que é possível visualizar as camadas de informação (Figura 7).

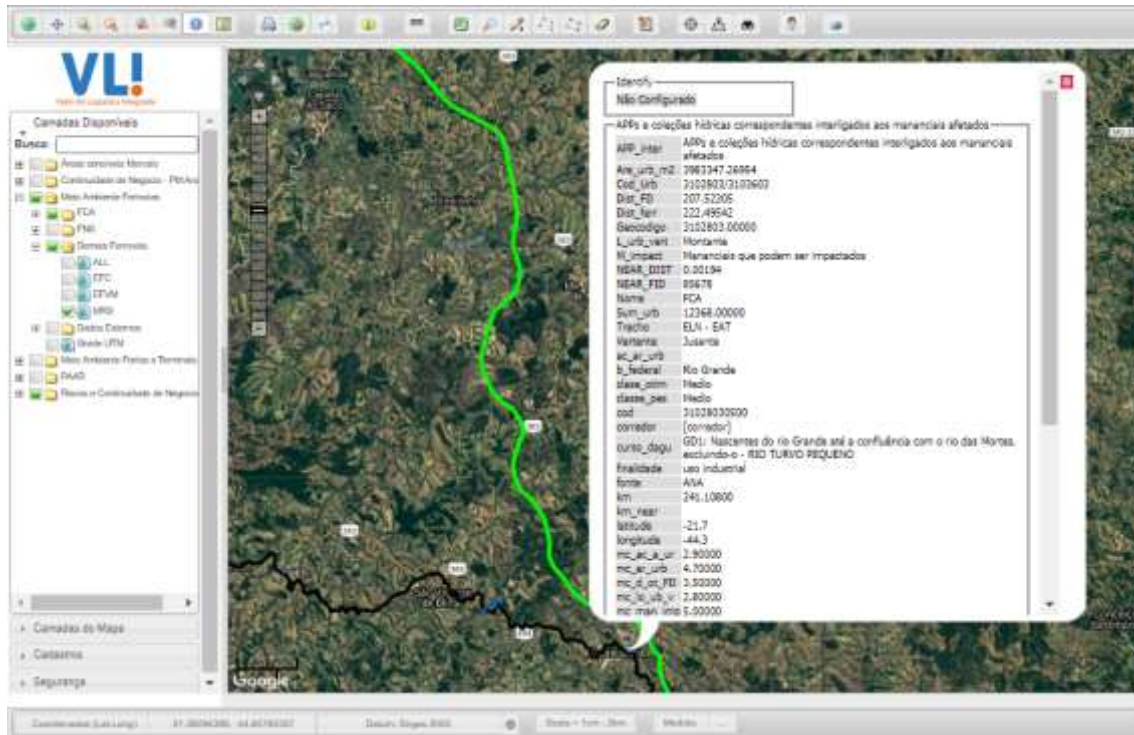


Figura 7 - Exemplo aplicação informações SIGA

CONCLUSÕES

Dentre os resultados obtidos, obteve-se a documentação e a construção de uma biblioteca de dados por meio de arquivos de saídas dos softwares utilizados (ArcGis e QGIS) disponibilizados no ambiente webgis Sistema Integrado de Gestão Ambiental – SIGA, mapas, planilhas e relatórios conforme modelos de entrega discutidos e definidos pelo grupo de trabalho ao longo das etapas do estudo contendo as respostas as perguntas orientadoras inicialmente feitas.

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



Posto os resultados acima, alcançou-se também a implantação no processo de gestão de riscos de uma metodologia para identificação, priorização e tratamento de áreas sensíveis que pôde subsidiar investimentos e projetar cenários que embasem os planos de prevenção, preparação e respostas em caso de materialização de acidentes ferroviários graves nestes locais.

Considerando o estudo anteriormente apresentado, realizando uma análise qualitativa, é possível traçar ações de controle para viabilidade da segurança operacional e resposta a emergência mais eficazes tais como remanejar bases de emergência ambiental para locais mais estratégicos, ou onde houver indicativo de maior impacto, fortalecer o processo de gestão de fornecedores para atendimento às ocorrências operacionais, dispor de monitoramento meteorológico para alertas e restrições na via permanente em caso de chuvas intensas, inundações ou risco de queda de barreiras à fim de evitar-se acidentes graves e outros controles.

Por último, mas não menos importante, destaca-se que o envolvimento das áreas técnicas e lideranças foi essencial para o desenvolvimento dos fluxos, implantação e validação da metodologia que pode ser utilizada em outros empreendimentos ferroviários e metroferroviários para cálculo de risco socioambiental.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA. Agência Nacional das Águas. **Curso EaD – Planejamento, manejo e gestão de bacias. Capítulo 1 Conceituação Básica – 1.1 Bacia Hidrográfica.** Brasília, p.5, [...].

Disponível

em:<http://www.planejamento.mppr.mp.br/arquivos/File/bacias_hidrograficas/planejamento_manejo_e_gestao_unidade_1.pdf>. Acesso em 10 de junho de 2020.

ANA. Agência Nacional das Águas. **Outorga de direito de uso de recursos hídricos / Agência Nacional de Águas.** Brasília: SAG, 2011. 50 p. : il. - Cadernos de capacitação em recursos hídricos ; v.1 vol. 6. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2012/OutorgaDeDireitoDeUsoDeRecursosHidricos.pdf>> Acesso em 10 de junho de 2020.

ANA. Agência Nacional das Águas. **Dados Abertos – Bacias Hidrográficas Ottocodificada.** Disponível em: <http://dadosabertos.ana.gov.br/datasets/e4f86bece83c44e28501924a19c5a586_0>. Acesso em 10 de junho de 2020.

ANTT, Agência Nacional de Transporte Terrestre. **Ferrovias: Concessões Ferroviárias.** Disponível em:

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



<http://www.antt.gov.br/ferrovias/arquivos/Concessoes_Ferrovias.html>. Acesso em 15 de junho de 2020.

BRASIL. **Decreto nº7929, de 18 de fevereiro de 2013.** Regulamenta a Lei nº 11.483, de 31 de maio de 2007, no que se refere à avaliação da vocação logística dos imóveis não operacionais da extinta Rede Ferroviária Federal S.A. - RFFSA; altera o art. 4º do Decreto nº 6.018, de 22 de janeiro de 2007; e dá outras providências. Artigo 1º parágrafo 2º. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Decreto/D7929.htm. Acesso em 10 de junho de 2020.

BRASIL. **Resolução CONAMA 237, de 19 de dezembro de 1997.** Dispõe sobre licenciamento ambiental; competência da União, Estados e Municípios; listagem de atividades sujeitas ao licenciamento; Estudos Ambientais, Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cecav/images/download/CONAMA%20237_191297.pdf>. Acesso em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Decreto/D7929.htm. Acesso em 10 de junho de 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – **Guia do Censo: Operação Censitária (o que é setor censitário?)**. Disponível em:

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



<https://censo2010.ibge.gov.br/materiais/guia-do-censo/operacao-censitaria.html>

Acesso em 10 de junho de 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – **Regiões Metropolitanas, Aglomerações Urbanas e Regiões Integradas de Desenvolvimento**. Disponível em:

[https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-](https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/divisaoregional/18354-regioes-metropolitanas-aglomeracoes-urbanas-e-regioes-integradas-de-desenvolvimento.html?=&t=o-que-e)

[territorio/divisaoregional/18354-regioes-metropolitanas-aglomeracoes-urbanas-e-](https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/divisaoregional/18354-regioes-metropolitanas-aglomeracoes-urbanas-e-regioes-integradas-de-desenvolvimento.html?=&t=o-que-e)

[regioes-integradas-de-desenvolvimento.html?=&t=o-que-e](https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/divisaoregional/18354-regioes-metropolitanas-aglomeracoes-urbanas-e-regioes-integradas-de-desenvolvimento.html?=&t=o-que-e). Acesso em 10 de junho de

2020.

IGAM. **Instituto Mineiro de Gestão das Águas – Outorgas**. Disponível em:

<http://igam.mg.gov.br/outorga>. Acesso em 15 de junho de 2020.

MAGALHÃES Jr, Antônio Pereira. **Geografia e recursos hídricos: apostila para acompanhamento do curso**. Instituto de Geociências, UFMG, Belo Horizonte, 2013.

220p.

MOURA, A. C. M. **Reflexões metodológicas como subsídio para estudos ambientais**

baseados em Análise de Multicritérios. Anais XXIII Simpósio Brasileiro de

Sensoriamento Remoto. Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 2899-2906.

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



Disponível em:<

<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr%4080/2006/11.13.14.41/doc/2899-2906.pdf>> Acesso em 15 de junho de 2020.

MOURA, A.C.M. **Contribuições Metodológicas do Geoprocessamento à Geografia.**

UFRJ, 2000, 41 p. Texto apresentado ao Programa de Pós-Graduação, Doutorado em Geografia Disponível em: <[http:// www.cgp.igc.ufmg.br/apostilas](http://www.cgp.igc.ufmg.br/apostilas)>. Acesso em 15 de junho de 2020.

NARDOCCI, Adelaide Cassia. **Risco como instrumento de gestão ambiental [tese].** São

Paulo, SP, 1999. 135 p. Tese (doutorado) – Universidade de São Paulo, Departamento de Saúde Pública da Faculdade de Saúde Pública. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde22082014155818/publico/D_R_409_Nardocci_1999.pdf>. Acesso em 20 de junho de 2020.

RIBEIRO, Guilherme Vilela. **Uma contribuição metodológica ao atendimento**

emergencial em ferrovias [dissertação]. Florianópolis, SC, 2011. 256 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Disponível em:

26ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
7º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS



<<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/95131/290875.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em 20 de junho de 2020.

SOARES, Paulo Valladares. **As interrelações de elementos do meio físico natural e modificado na definição de áreas potenciais de infiltração na porção paulista da bacia do rio Paraíba do Sul.** 2005. (Tese de Doutorado em Administração e Política de Recursos Minerais) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005. Cap.2, p.14. Disponível em:

<<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000383626&fd=y>>.

Acesso em 2 de junho de 2020.

WRIGHT, J. T.C. **A técnica Delphi: uma ferramenta útil para o planejamento do Brasil?** São Paulo. Acervo FIA/FEA/USP. São Paulo: Sociedade Brasileira de planejamento empresarial, 1986. p.14.