



**GRUPO DE ESTUDO DE ASPECTOS EMPRESARIAIS E DE GESTÃO CORPORATIVA E DA INOVAÇÃO E DA EDUCAÇÃO E DE REGULAÇÃO DO SETOR ELÉTRICO - GEC**

**INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADA À GESTÃO DE RISCOS EM EMPREENDIMENTO DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**

**HEMIR DA CUNHA SANTIAGO(1); MICHEL MOZINHO DOS SANTOS(1); PEDRO HENRIQUE SILVA PRADO(2); RAFAEL BAMBIRRA PEREIRA(2); ROGER SOUSA FIUSA(3); LORRANY FERNANDA LOPES DA SILVA(3); STARCH MELO DE SOUZA(1); LUÍS FABRÍCIO WANDERLEY GÔES (2); FELIPE DOMINGOS DA CUNHA(2)**

**IN FORMA SOFTWARE S/A(1); AVSYSTEMGEO TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO LTDA(2); INTESA(3)**

**RESUMO**

Este trabalho apresenta um sistema computacional para a Gestão Integrada de Riscos de um empreendimento de transmissão, esse sistema foi desenvolvido a partir da integração de dados e de análises empregando métodos de Inteligência Artificial, Estatística e Business Intelligence. Alguns exemplos de funcionalidades contempladas são análise otimizada para predição de riscos à saúde e à segurança de operações de infraestrutura de energia; avaliação dos impactos causados pelos custos excedentes em projetos de construção de linhas de transmissão; gerenciamento de riscos durante a construção de subestações de energia elétrica; gerenciamento de ativos do sistema de transmissão; análise de dados para gestão de interrupções de transmissão de energia.

**PALAVRAS-CHAVE**

Gestão de Riscos, Manutenção de Ativos, Mineração de Dados, Inteligência Artificial

**1.0 INTRODUÇÃO**

O termo *risco* em um projeto é definido como um “evento ou condição incerta que, se ocorrer, provocará um efeito positivo ou negativo em um ou mais objetivos do projeto” (GUIDE, 2001). Dessa forma, os riscos são compostos de probabilidade (evento ou condição incerta) e grau de impacto (efeito). Assim, o risco possui dois componentes básicos que são a frequência e a sua gravidade. Vale ressaltar que a autora também relata a importância da gestão de riscos para uma gestão de ativos proativa e que é uma parte integrante em todo o processo. Conforme (ZAMPOLLI, 2015), existe uma necessidade específica para se ter o conhecimento do processo de identificação e monitoramento dos riscos, não levando somente em consideração as ações da legislação vigente, mas de forma prática que possibilite a otimização e priorização de ações com base em custos, riscos e desempenho.

Além disso, em um contexto organizacional, o gerenciamento integrado dos riscos em projetos prevê a identificação e controle desses riscos em várias áreas e níveis da organização. Alguns riscos, identificados em níveis mais baixos, serão delegados à equipe do projeto para gerenciamento e outros podem ser transferidos para níveis mais elevados, caso possam ser melhor gerenciados externamente. Uma abordagem coordenada do gerenciamento de riscos de toda a empresa garante alinhamento e coerência. Essa abordagem cria eficiência para os riscos na estrutura de programas e portfólios, fornecendo o maior valor geral para um dado nível de exposição ao risco de um projeto. Nesse contexto é importante que a análise dos riscos seja feita de maneira individual através do cálculo da probabilidade e impacto para cada risco, além da integração dos resultados de todos os riscos individuais buscando resultados agregados do projeto ou segmentados por áreas, fases do projeto, região, etc.

## 2.0 DESENVOLVIMENTO

Nesta seção, serão descritos como foram realizados os trabalhos para desenvolvimento da ferramenta. A metodologia teve como diretrizes: 1. Entendimento do negócio através de fluxogramas e identificação dos riscos; 2. Definição e tratamento de fontes de dados; 3. Criação da arquitetura do sistema; 4. Modelagem dos dados para cálculo de probabilidade e impacto de riscos; 5. Agregação dos resultados dos cálculos de probabilidade e impacto dos riscos; e 6. Criação de *dashboards* de consulta.

### 2.1. Elaboração de Fluxogramas e Identificação de Riscos

Os fluxogramas de processos para todas as áreas de interesse foram elaborados com a finalidade de facilitar a compreensão do contexto, relacionando as causas e os impactos dos riscos. Assim, os objetivos de elaboração desses fluxogramas foram: 1) Apoiar na identificação dos riscos (causas e impactos) em cada fase e área de interesse; 2) Mapear as fontes de dados para cada um dos riscos identificado; 3) Facilitar a compreensão de como riscos de áreas de interesse e fases distintas se relacionam entre si. Os riscos e causas foram registrados em uma base de dados específica sendo organizados e codificados. Um exemplo de fluxograma das áreas de Engenharia de Implantação e Engenharia de O&M é mostrado na Seção 3.

### 2.2. Definição e Tratamento de Fontes de Dados

A grande diversidade de fontes de dados pesquisadas como, por exemplo, dados referentes aos tipos de solos (Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais - INDE), histórico de ocorrência de queimadas (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE), etc., estão relacionadas às diferentes áreas de interesse do projeto. A Figura 1 ilustra alguns exemplos das fontes utilizadas.



FIGURA 1. Exemplos de fontes de dados utilizadas. (Fonte: Autores)

Definidas as fontes de dados, passou-se ao estudo para saber se os dados eram estruturados, semi estruturados e não estruturados. Os dados estruturados são definidos como organizados em uma estrutura tabular fixa, ou seja, na forma de linhas e colunas de modo que haja previsibilidade dos dados. Já os não estruturados são que possuem uma maior flexibilidade e dinâmica, como por exemplo um texto livre, sem imposição de forma de organização, o que gera imprevisibilidade e maior dificuldade para processamento. E por fim, os dados semi estruturados geralmente possuem uma organização geral fixa, mas que permite a flexibilidade em campos de dados, como por exemplo, uma base de dados do tipo tabular que permite que a coluna contenha texto livre.

### 2.3. Criação da Arquitetura do Sistema

A arquitetura do *software* descreve em alto nível de abstração os componentes e fluxo de dados, servindo para comunicação e planejamento, visando o desenvolvimento e a implantação do sistema. Na Figura 2, pode-se observar a arquitetura do sistema para o desenvolvimento do projeto. Entre os componentes da arquitetura proposta, destacam-se: 1) A partir de bases de dados coletadas de fontes internas e externas, o *Middleware* é o módulo responsável por realizar a extração, transformação e carga dos dados em um repositório comum e padronizado denominado *Data Lake*; 2) em seguida, Preparação de Dados é componente responsável por realizar vários tipos de processamento como integração de dados, análises estatísticas e inteligência artificial, levando os resultados para um repositório de dados chamado *Data Warehouse* de onde serão consumidos pelo *software* de *Business Intelligence* (BI) para posterior apresentação em *dashboards*; 3) Já o módulo *Aplicação Web* representa

a interface através da qual o usuário tem acesso a funcionalidades como cadastro de projetos de transmissão, consulta aos fluxogramas de risco, relatórios de dados de sistemas envolvidos na transição entre a fase de implantação e a fase de operação, além de possibilitar o acompanhamento dos riscos através de alertas, *checklists* e *dashboards* com indicadores de risco.

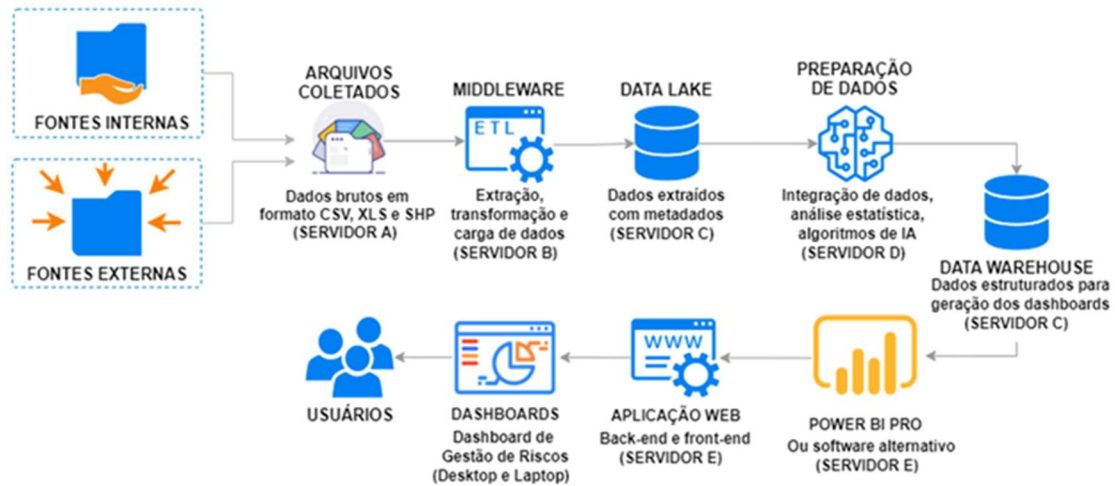


FIGURA 2. Arquitetura realizada para o projeto. (Fonte: Autores)

#### 2.4. Modelagem dos Dados para Cálculo de Probabilidade e Impacto

Em função da quantidade de riscos identificadas e da diversidade de tipos de fontes de dados pesquisadas e ainda, visando definir uma estrutura metodológica que pudesse padronizar a forma de cálculo das probabilidades e impactos individuais de cada risco, mas já prevendo a forma de agregação e segmentação dos resultados, foi criada a estrutura ilustrada na Figura 3. Definida a metodologia geral, passou-se a empregar os métodos de cálculo considerados mais viáveis para cada tipo de fonte de dados relacionados aos riscos identificados.

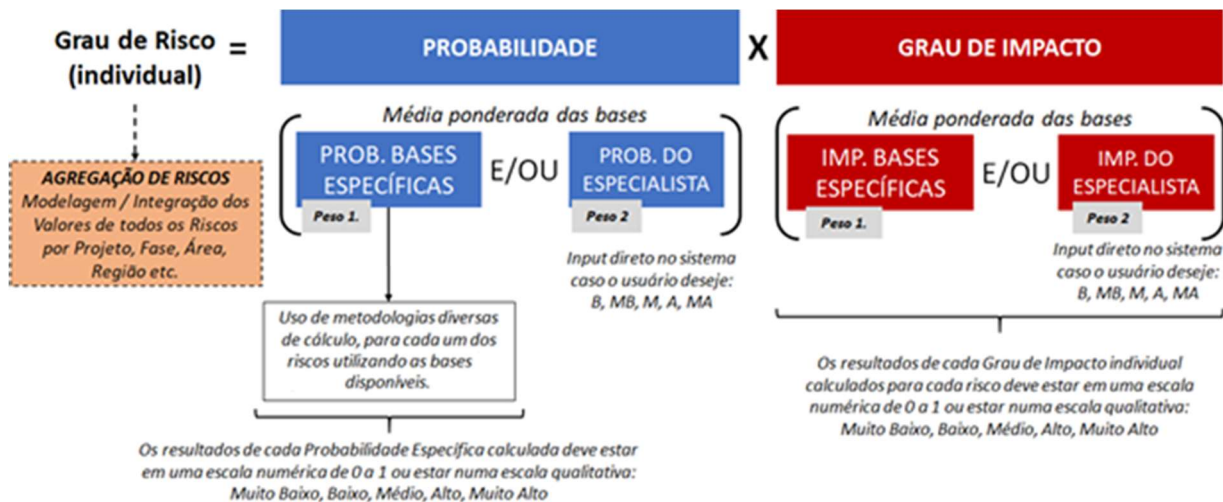


FIGURA 3. Metodologia Geral para os riscos. (Fonte: Autores)

#### Clustering

O método consiste em agrupar dados que possuem características em comum, de forma que se possa atribuir a esses grupos formados as devidas probabilidades. O algoritmo de agrupamento utilizado neste trabalho foi o algoritmo *K-means* (LIKAS, 2003), este algoritmo aplica um método de aprendizagem de máquina não supervisionado que busca padrões entre os dados sem a necessidade de se fornecer uma referência para tal, apenas o parâmetro *K* é fornecido, para definir a quantidade de *clusterings* (agrupamentos).

#### Classificação

A classificação é uma das categorias de problemas de *Machine Learning*. O objetivo destes algoritmos é aprender uma regra geral com as entradas de dados para mapeamento em outras saídas corretamente. Assim, os dados são

analisados e categorizados de forma que o mapeamento aponte para saídas definidas de acordo com cada categoria. A técnica de classificação empregada para definição das probabilidades de alguns riscos foi a Árvore de Decisão (BRIJAIN, 2014), esta árvore é o resultado de um mapeamento de dados dentre uma série de escolhas relacionadas. Com base nesta sequência de mapeamento e uma entrada de dados foi possível definir a probabilidade da ocorrência de um determinado risco.

#### Correlação de Variáveis

A correlação de variáveis (GOGTAY, 2017) foi utilizada para análise de fontes de dados relativos à ANEEL, onde foram empregadas ferramentas de BI (*Business Intelligence*). Foram realizados agrupamentos de dados por grupo técnico (Meio ambiente, Engenharia e Regulatório) e por região do Brasil. Através da situação de todos os eventos de todos os contratos de concessão foi possível definir a probabilidade histórica de um determinado evento atrasar ou não.

#### Processamento Natural de Linguagem (NLP)

O NLP (do inglês, *Natural Language Processing*) (KANG, 2020) foi utilizado para as fontes de dados cujas informações são semi-estruturadas ou não estruturadas. Nesse método, foram extraídos diversos termos formados pelo agrupamento de palavras e, usando similaridade semântica textual, realizado o cruzamento entre os termos gerados com outro grupo de termos relativos às causas dos riscos que foram definidas pelos especialistas. O resultado originou um novo conjunto de termos, sendo estes classificados como termos relevantes e, em seguida, feitas as associações entre a fonte de dados e o(s) risco(s). A partir desta associação a probabilidade do risco ocorrer foi calculada por equações matemáticas.

#### Mapas de Calor Multicritério

O Mapa de Calor Multicritério foi o método utilizado para analisar riscos referentes à definição do traçado com o menor impacto possível para uma Linha de Transmissão. A análise foi possível com a utilização de programas com Sistema de Informação Geográfica (GIS). Cada uma das fontes de dados foi agrupada em áreas, sendo atribuídos pesos a elas. Além disso, foram atribuídos pesos para cada um dos parâmetros (informações) encontrados dentro de cada uma das fontes de dados.

A definição da melhor técnica de análise espacial foi definida em função dos parâmetros encontrados em cada fonte: Ponderação Manual, Distância Euclidiana, *Slope*, Densidade de *Kernel*, Análise de *Hot Spot*, *Topo to Raster*, IDW (ponderação de distância inversa), Soma Ponderada e Média Ponderada.

#### Estatística

Alguns métodos estatísticos foram empregados para a análise de dados, entre eles pode-se citar: a utilização das medidas de separatriz, modelagem de distribuição, e análise de sobrevivência.

Quando se considera as medidas de separatriz, tem-se a concepção de que existe uma separação dos dados ordenados de algumas formas, como, por exemplo, os quartis que divide os dados em quatro partes iguais. Assim, podem ser agrupados (caracterizar) os dados de acordo com essas medidas.

A técnica de modelagem de distribuição consiste no ajuste de distribuição para a caracterização dos dados a partir de uma distribuição de densidade de probabilidade (Gama, Exponencial, Weibull e Normal), com isso consegue-se observar os dados em termos de probabilidades.

A análise de sobrevivência é um ramo da estatística, geralmente utilizada quando o tempo for o objeto de interesse, como no caso de envelhecimento de equipamentos ou falha. A técnica estuda o tempo até a ocorrência de um evento ou o risco de ocorrência de um evento por unidade de tempo. No caso, deste trabalho foi usado a distribuição exponencial para a caracterização do tempo de sobrevivência.

#### Input Manual do Especialista

Para aqueles riscos onde não foram encontradas bases de dados para modelagem dos cálculos ou mesmo que foram encontradas, mas não foi identificada viabilidade para utilização, a solução para manutenção desses riscos na análise foi a inserção manual de probabilidade e impacto em escala pré-definida pelo usuário especialista em riscos.

### **2.5. Agregação dos Resultados dos Cálculos de Probabilidade e Impacto dos Riscos**

Em aplicações no mundo real, existem situações em que não é razoável se assumir que uma boa alternativa é aquela que atende simultaneamente a todos os critérios. O tomador de decisão deve ponderar quão restritiva cada uma das funções objetivo é relevante, e avaliar a consequência das suas escolhas.

O operador OWA - *Ordered Weighted Averaging* - foi desenvolvido por Yager (YAGER, 1988) de forma a possibilitar soluções intermediárias, que não são completamente restritivas ou aditivas. A natureza do procedimento OWA depende de alguns parâmetros, que podem ser especificados por quantificadores *fuzzy* (lógica nebulosa). O operador é composto de diversas equações matemáticas que objetivam a segmentação dos riscos por áreas de interesse, fases do projeto e região geográfica. Também é possível ter a agregação em nível de projeto e portfólio.

## 2.6. Criação de *dashboards* de consulta

Para o desenvolvimento dos *dashboards* de consulta foram utilizadas duas ferramentas de gestão da informação: o Sistema de Informações Gerenciais (SIG) (MARQUES, 2007) e o BI (RUD, 2009). Os *dashboards* foram todos concentrados em uma aplicação *website*, sendo formados por gráficos, mapas e tabelas. O tipo de *dashboard* elaborado para cada risco, foi definido pelas informações presentes nas bases de dados bem como os resultados das modelagens obtidas através dessas informações. O *website* também contemplou a inclusão de todos os fluxogramas elaborados, bem como os *dashboards* específicos criados para identificar pendências não solucionadas na fase de implantação.

## 1. 3.0. RESULTADOS

### 3.1. Identificação de Riscos e Fluxogramas

Uma extensa documentação sobre os riscos e processos de negócios de transmissão foi produzida ao longo do projeto, contendo para cada risco descrição, causa, impactos primário e secundário, entre outras. Posteriormente, foi elaborado um total de 31 fluxogramas organizados por temas e por áreas de interesse: 21 para Meio Ambiente, 3 para as áreas Engenharia de Implantação e Engenharia de O&M, 2 para Engenharia de O&M, 1 para Fundiário, 1 para Regulatório e 1 para Relação com Investidores/Novos Negócios. Vale ressaltar que o Meio Ambiente teve um maior número de fluxogramas elaborados porque neste caso optou-se por um fluxograma para cada programa ambiental. A Figura 4 ilustra um exemplo de fluxograma da área de Engenharia de Implantação, com o tema “Elaboração de Propostas”.

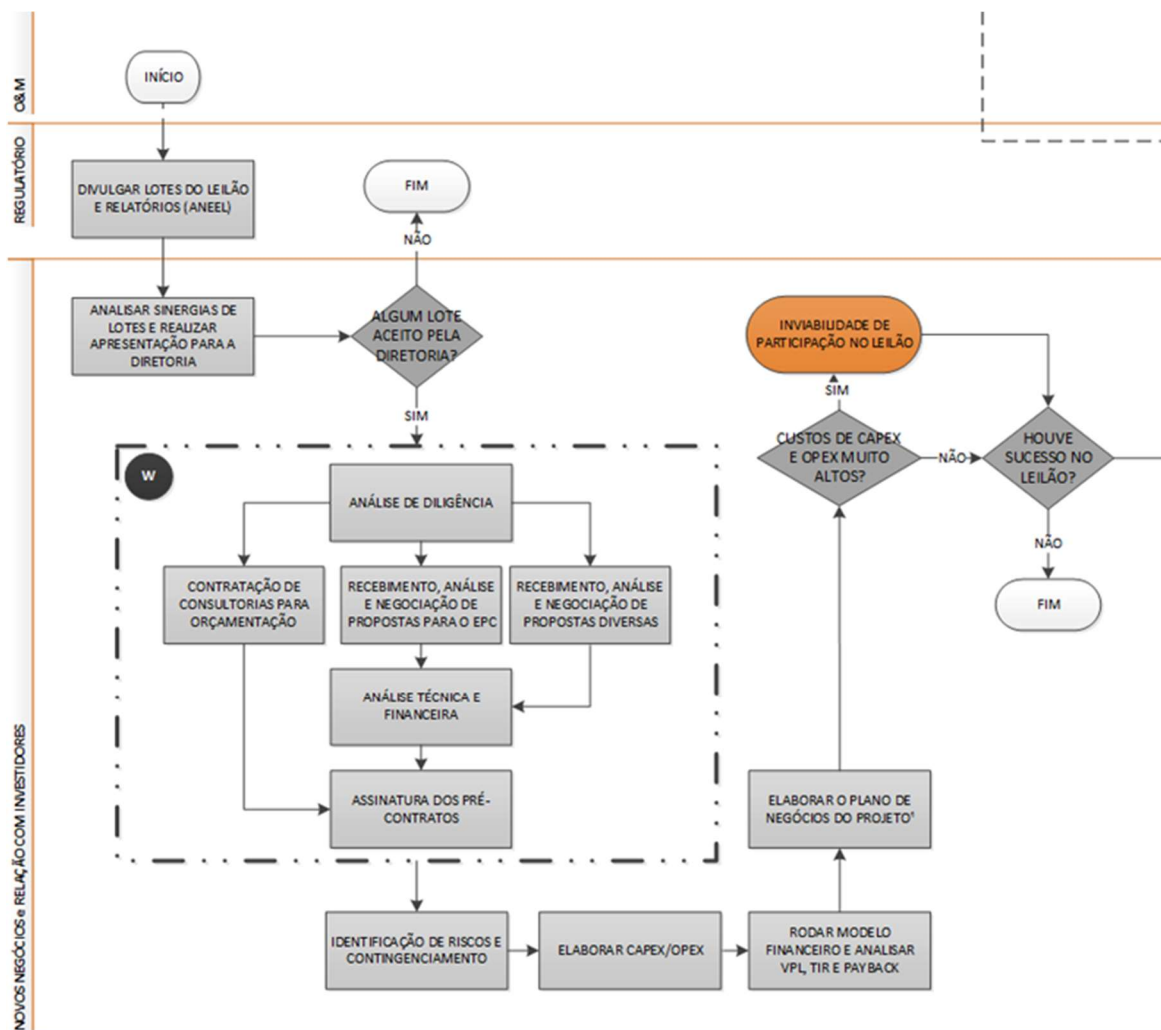


FIGURA 4. Fluxograma da área de Engenharia de Implantação. (Fonte: Autores)

### 3.2 Dashboards de consulta

O *website* desenvolvido apresenta um menu lateral para o usuário navegar por todo o conteúdo do sistema de gestão de riscos. O *dashboard* principal apresenta a evolução periódica do Grau de Risco Global do Projeto/Portfólio, bem como o Grau de Risco segmentado pelas áreas de interesse e fases do projeto, como pode ser visto na Figura 5.

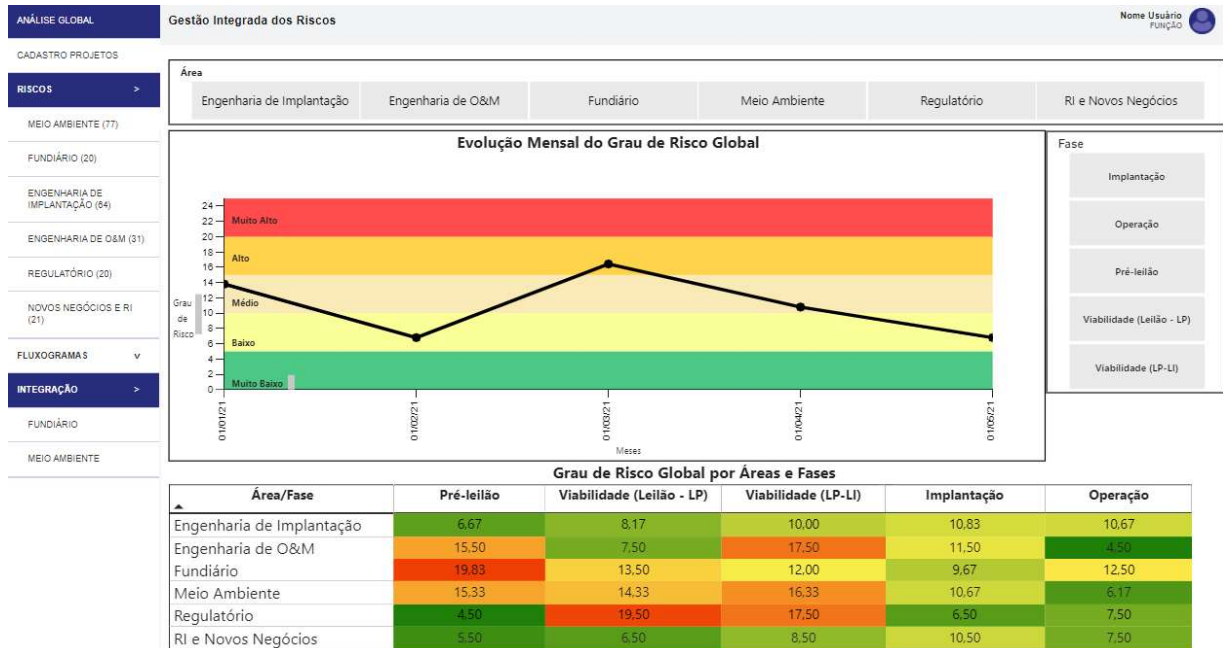


FIGURA 5. Dashboard principal. (Fonte: Autores)

Acessando o menu Riscos, o usuário tem acesso a listagem de todos os riscos que foram identificados, as probabilidades e impactos calculados pela modelagem, as probabilidades e impactos que podem ser editadas pelo usuário especialista em riscos, o resultado do Grau de Risco, além dos status, a fase, o projeto e também um link de acesso ao *dashboard* individual de análise de cada risco, ver na Figura 6.

#### Riscos - Engenharia de Implantação

Q Busca Nominal... Fase: Todas Status: Todos Projeto: Todos Ordenação: Gráfico Decrescente
















ID	DESCRIÇÃO DO RISCO	PROBABIL. CALCULADA	IMPACTO CALCULADO	PROBABIL. ESPECIALISTA	IMPACTO ESPECIALISTA	GRAU DE RISCO	STATUS	FASE	PROJETO	INF.
3.03.01	Não ter proposta firme de fornecimento de itens críticos: Cabos condutores, estruturas metálicas, compensadores estáticos, compensadores síncronos, sistema HVDC					8		Pré-Leilão		
3.05.16	Desvios persistentes (recorrentes) no cronograma físico das obras					9		Implantação (LI - LO)		
3.03.08	Expectativa de alta na variação cambial R\$/US\$ para aquisição de equipamentos importados					16		Pré-Leilão		
3.01.07	Dificuldade para acesso a água para as obras					12		Pré-Leilão		
3.01.01	Presença de áreas com alta declividade ou relevo acidentado					6		Pré-Leilão		

FIGURA 6. Exemplo de lista de riscos para Engenharia de Implantação. (Fonte: Autores)

Acessando os links de cada risco, o sistema abre uma nova janela com diversas informações do registro do risco, como as causas, impactos, método de modelagem utilizado, fluxograma entre outros. A Figura 7 ilustra um exemplo do risco relacionado aos atrasos com relação ao cronograma físico das obras. No caso, a agregação será relacionada pelo código SIGET do empreendimento.

Os *dashboards* relacionados aos Mapas de Calor Multicritério (ver Figura 8) possibilitam um estudo de um traçado ideal de uma LT, pois ela sobrepõe diversas informações espaciais, processa os dados e dá uma resposta sobre regiões de maior risco considerando atributos do meio físico, biótico e antrópico como maior declividade, susceptibilidade à erosão, vegetação nativa, presença de comunidades tradicionais e demais fatores relevantes para que o traçado evite regiões onde haja riscos de sobrecustos com obtenção de licenças e bem como eventuais atrasos no cronograma da obra. Outro ganho é propiciar maior embasamento na determinação da ida à campo dos técnicos e engenheiros para avaliação de alternativas traçadas.



### 3.05.16 - Desvios persistentes (recorrentes) no cronograma físico das obras

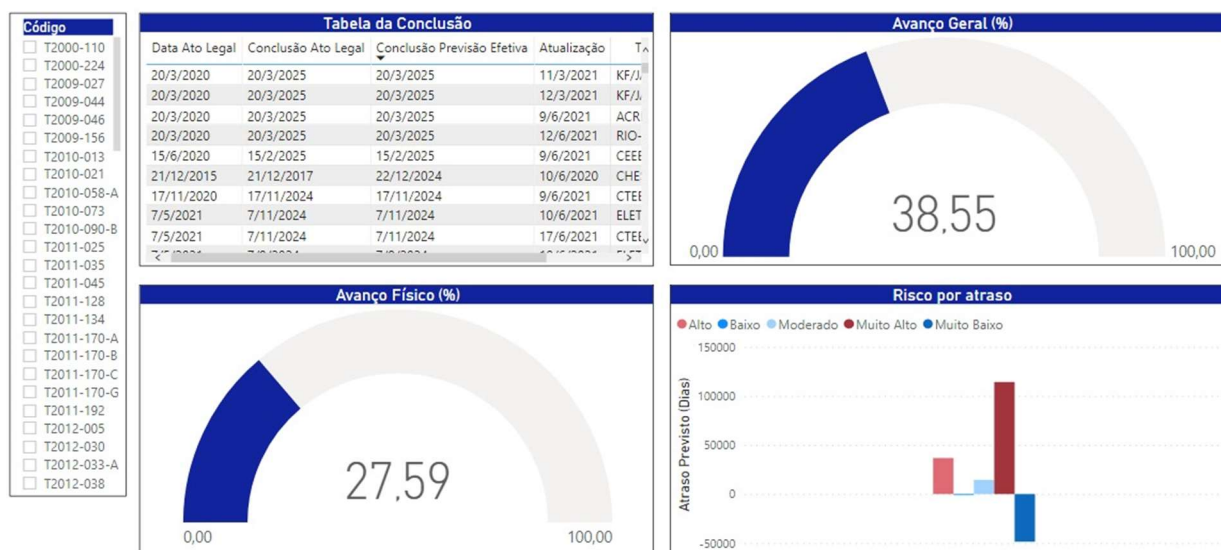


FIGURA 7. Exemplo de desvios persistentes no cronograma físico das obras. (Fonte: Autores)

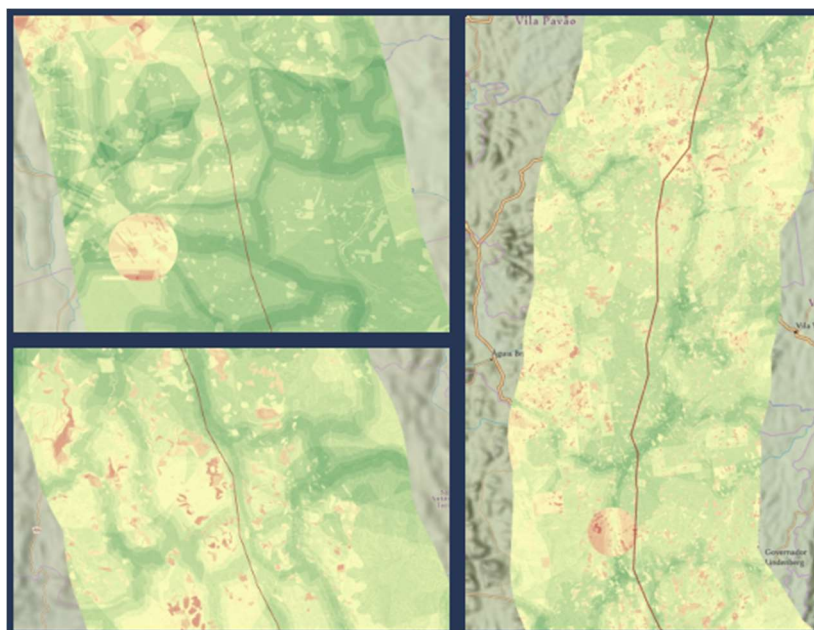


FIGURA 8. Resultado da análise integrada dos Mapas de Calor Multicritério. (Fonte: Autores)

As pendências não resolvidas das áreas de interesse Fundiário e Meio Ambiente da fase de implantação para a fase de operação também foram trabalhadas em *dashboards* específicos. Além do caráter gerencial desses *dashboards*, também se buscou um caráter informativo visto que as equipes de operação geralmente não têm conhecimento do processo fundiário e de meio ambiente da fase de implantação.

Na área Fundiário, buscou-se apresentar a localização das propriedades e informações diversas dos proprietários em função do status da negociação. Já para a área Meio Ambiente, as informações são relativas a arqueologia, instalação de sinalizadores anti-colisão de avifauna, espeleologia, fauna, germoplasma, paleontologia, comunidades quilombolas, comunicação social, processos erosivos, Projetos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRADs), e condicionantes de licenças ambientais. A Figura 9 ilustra o *dashboard* relativo ao controle de condicionantes de licenças ambientais.



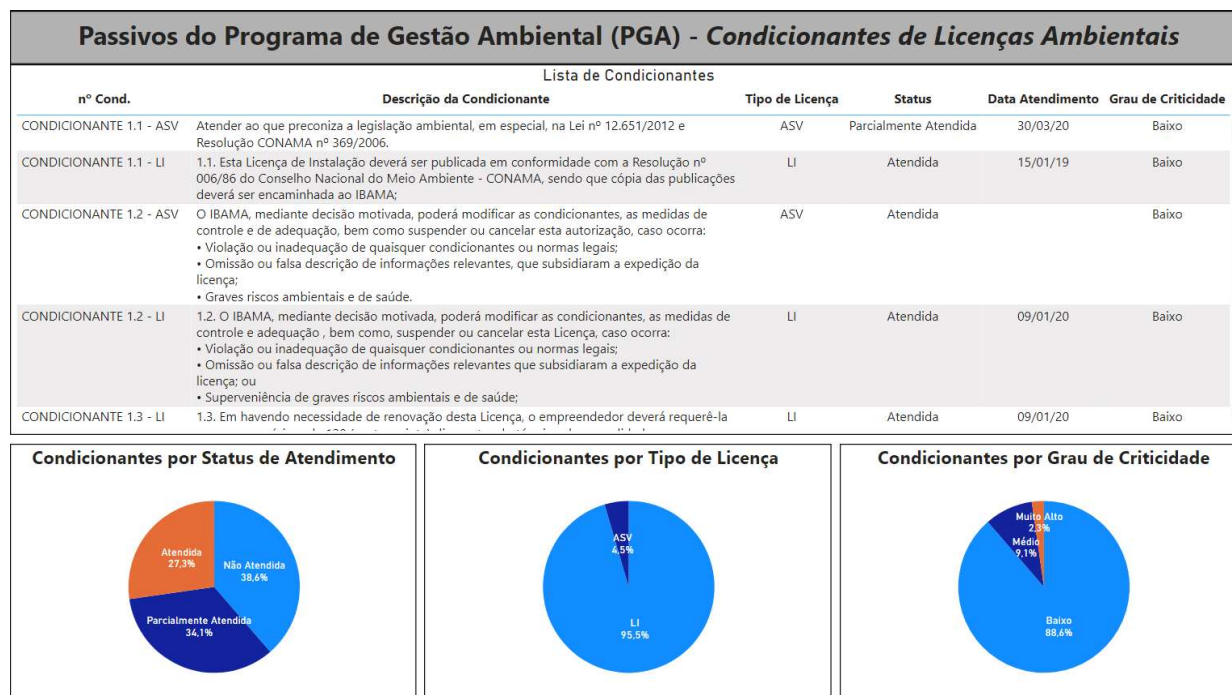


FIGURA 9. *Dashboard* de passivos relacionados à Condicionantes de Licenças Ambientais. (Fonte: Autores)

#### 4.0. CONCLUSÕES

O presente trabalho apresenta um sistema de *software* para Gestão Integrada de Riscos em projetos de linhas de transmissão, bem como o mapeamento de riscos e processos que foram necessários para o desenvolvimento do sistema. Partindo de atividades que buscavam entendimento dos negócios de transmissão para 6 áreas de interesse e ao longo de 4 fases, obteve-se: 233 riscos identificados incluindo detalhes como causa e impacto para cada risco; 31 fluxogramas de processos de risco mapeados; um sistema computacional para processamento de dados contendo uma Aplicação Web para acompanhamento dos riscos através de *dashboards*. O sistema de *software* desenvolvido e as informações mapeadas sobre riscos contribuirão para a gestão de negócios de transmissão, disponibilizando ferramentas analíticas multidisciplinares

#### 5.0. AGRADECIMENTO

Os autores agradecem o suporte técnico e financeiro da INTESA - Integração Transmissora de Energia através do Programa de P&D da ANEEL para o desenvolvimento do projeto de pesquisa intitulado: "PD-05456-0001/2019: Gestão integrada dos riscos aplicada à cadeia de valor de empreendimentos de transmissão utilizando um barramento de interconexão de dados e inteligência artificial".

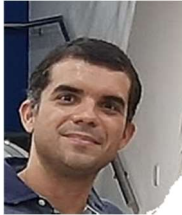
#### 6.0. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRIJAIN, M. et al. A survey on decision tree algorithm for classification. 2014.
- GOGTAY, N. J., THATTE, U. M. Principles of correlation analysis. Journal of the Association of Physicians of India, v. 65, n. 3, p. 78-81, 2017.
- GUIDE, A. Project management body of knowledge (pmbok® guide). In: Project Management Institute. 2001.
- KANG, Y. et al. Natural language processing (NLP) in management research: A literature review. Journal of Management Analytics, v. 7, n. 2, p. 139-172, 2020.
- LIKAS, A., VLASSIS, N., VERBEEK, J. J. The global k-means clustering algorithm. Pattern recognition, v. 36, n. 2, p. 451-461, 2003.
- MARQUES, W. L. Sistema de informações gerenciais. Clube de Autores (Managed), 2007.
- RUD, O. P. Business intelligence success factors: tools for aligning your business in the global economy. John Wiley & Sons, 2009.

YAGER, R. R. On ordered weighted averaging aggregation operators in multicriteria decision making. IEEE Transactions on systems, Man, and Cybernetics, v. 18, n. 1, p. 183-190, 1988.

ZAMPOLLI, M. Gestão de Ativos - Guia para aplicação da Norma ABNT ISO 55001. International Copper Association Latin America. 2015.

## DADOS BIOGRÁFICOS



Bacharel em Ciência da Computação pela Universidade Católica de Pernambuco (2004), Mestre e Doutor em Ciência da Computação pela UFPE (2009, 2017).

Trabalhei como coordenador de cursos técnicos, superiores e de pós-graduação na Faculdade IBRATEC (2012 a 2019). Tenho 12 anos de experiência como professor de diversas disciplinas nas áreas de Engenharia de Software, Programação e Computação Gráfica.

Atualmente, ocupo o cargo de pesquisador em projetos de P&D na In Forma Software. Desde junho/2020, participo de estágio de pós-doutorado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas - PPGES, na Universidade de Pernambuco (UPE).

### (2) STARCH MELO DE SOUZA

Doutorando pelo Centro de Informática CIn/UFPE. Possui graduação em Ciência da Computação pela Universidade Federal da Paraíba (1997) e mestrado em Ciências da Computação pela Universidade Federal de Pernambuco (2014). Atualmente é Consultor Independente e pesquisador em projetos P&D ANEEL. Experiência em Diretoria de Operações em TI, Gerenciamento de Projetos, Captação e Gestão de Projetos de Inovação, Institucionalização de Processos de Melhoria da Qualidade, Desenvolvimento de Software e Fábrica de Software.

### (3) PEDRO HENRIQUE SILVA PRADO

Graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de São João del Rei (UFSJ) e Universidade Vale do Rio Doce (2009), além de MBA em Gerenciamento de Projeto pela Fundação Getúlio Vargas (2013) e MBA em Investimento e Private Banking no IBMEC (2019). Tem experiência em Gerenciamento de Projetos e Processos na área de geração e transmissão de energia elétrica e licenciamento ambiental desde 2006. Atua na gestão de projetos de desenvolvimento de softwares utilizando metodologia ágil e como consultor para criação de ferramentas de controle e templates para Escritório de Projetos.

### (4) LUÍS FABRÍCIO WANDERLEY GÓES

Bacharel em Ciência da Computação, Mestre em Engenharia Elétrica pela PUC Minas e Doutor em Informática pela Universidade de Edimburgo, Reino Unido. Ele trabalhou como professor na PUC Minas de 2004 até 2020. Desde o ano de 2021, ele trabalha como professor na Universidade de Leicester (Reino Unido). Seus interesses de pesquisa são: Criatividade Computacional, Inteligência Artificial e Computação de Alto Desempenho.

### (5) RAFAEL BAMBIRRA PEREIRA

Engenheiro de Energia e Mestre em Engenharia Elétrica com experiência nas áreas de gestão de risco, modelagem, otimização e inteligência computacional em empresas de grande e pequeno porte nos setores de energia, mineração e financeiro. Experiência com as linguagens de programação: Python, R, MatLab e VBA. Conhecimento em algoritmos de aprendizado de máquina (regressão logística, árvores de decisão, redes neurais, k-means, SVM) para data mining, análise preditiva, mineração de textos etc. Master Practitioner em Programação Neuro-Linguística.

### (6) ROGER SOUSA FIUSA

Graduação em Engenharia Florestal (2013) pela Universidade Federal do Paraná (UFPR); MBA – Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável pela Estácio (2018) Experiência em Licenciamento Ambiental, com Projetos de Linha de Transmissão de Energia, 500 kV e 230 kV, em fases de Implantação e Operação. Especialista em Meio Ambiente que atua em todas as etapas dos projetos, incluindo o atendimento às condicionantes de cada licença (LP, LI, LO e ASV), solicitação de Renovação de LO, entre outras atividades. Experiência consolidada com Gestão de Projetos e atualmente atuando como Gerente de Projeto de P&D da Equatorial Transmissão.

**(7) FELIPE DOMINGOS DA CUNHA**

Graduado em Ciência da Computação pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (2006), mestrado em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Minas Gerais (2009) e doutorado em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Minas Gerais (2016). Atualmente é professor do Curso de Ciência da Computação e professor colaborador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da PUC Minas. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Redes de computadores, atuando principalmente nos seguintes temas: Redes de Sensores sem Fio, Computação Móvel, Computação Ubíqua, Internet das Coisas.

**(8) LUCAS PEREIRA**

Graduado em Sistemas de Informação pela Universidade PUC Minas (2017). Atualmente é mestrando no Programa de Pós Graduação em Engenharia Elétrica (PPGEE) da Universidade PUC Minas e atua como Analista de Sistemas na empresa RGTI - Soluções em Tecnologia.

**(9) LORRANY FERNANDA LOPES DA SILVA**

Graduação em Ciências Naturais (2018) pela Universidade de Brasília (UNB), graduação em Engenharia Civil (2020), pelo Centro Universitário do Distrito Federal (UDF). Atualmente atuando como analista de engenharia da Equatorial Transmissão.

**(10) MICHEL MOZINHO DOS SANTOS**

Michel Mozinho dos Santos é doutor em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Pernambuco, mestre em Engenharia da Computação pela Universidade de Pernambuco (2013) e bacharel em Informática Biomédica pela Universidade de São Paulo (2007). Entre suas áreas de pesquisa estão Inteligência Computacional, Processamento de Imagens Médicas e Bioinformática. Atua como pesquisador da In Forma Software, em projetos de pesquisa e desenvolvimento voltados ao setor elétrico, em tópicos como detecção automática de defeitos em equipamentos de linhas de transmissão e mineração de dados para gestão integrada de riscos.