Vitor Hugo Ferreira

Universidade Federal Fluminense - UFF

Avaliação dos Ativos de Média Tensão da Rede Subterrânea

ANÁLISE de viabilidade técnica do projeto

Sumário

[Avaliação dos Ativos de Média Tensão da Rede Subterrânea da Light 3](#_Toc185491186)

[Introdução 3](#_Toc185491187)

[OBJETIVO GERAL 3](#_Toc185491188)

[OBJETIVOS ESPECÍFICOS 3](#_Toc185491189)

[Definições 4](#_Toc185491190)

[EXEQUIBILIDADE DO PROJETO 5](#_Toc185491191)

[1. Viabilidade Técnica 5](#_Toc185491192)

[2. Viabilidade Financeira 5](#_Toc185491193)

[3. Benefícios Esperados 6](#_Toc185491194)

[Estrutura Detalhada do Projeto 6](#_Toc185491195)

[Etapa 1: Definição dos Critérios para Classificação da Criticidade 6](#_Toc185491196)

[Etapa 2: Coleta, Organização e Análise dos Dados Existentes 6](#_Toc185491197)

[Etapa 3: Planejamento e Realização de Inspeções em Campo 6](#_Toc185491198)

[Etapa 4: Desenvolvimento da Matriz de Priorizção e Modelo Preditivo 7](#_Toc185491199)

[Etapa 5: Elaboração do Relatório Executivo 7](#_Toc185491200)

[Equipe Técnica 7](#_Toc185491201)

[Cronograma de Execução 8](#_Toc185491202)

[ASPECTOS TÉCNICOS E RELEVÂNCIA 8](#_Toc185491203)

[Riscos e Estratégias de Mitigação 9](#_Toc185491204)

[Considerações Finais 10](#_Toc185491205)

[PROJETO PARA REDE SUBTERRÂNEA: ESTRUTURA DETALHADA 11](#_Toc185491206)

[Introdução Geral ao Projeto 11](#_Toc185491207)

[ÉPICO 1: DEFINIÇÃO DOS CRITÉRIOS PARA CLASSIFICAÇÃO DA CRITICIDADE 11](#_Toc185491208)

[Objetivo Principal 11](#_Toc185491209)

[Objetivos Específicos 12](#_Toc185491210)

[Execução por Sprints 12](#_Toc185491211)

[Sprint 1 (Semana 1): identificação das Variáveis Relevantes 12](#_Toc185491212)

[Sprint 2 (Semana 2): desenvolvimento do Modelo de Criticidade 12](#_Toc185491213)

[Sprint 3 (Semana 3): validação e Refinamento dos Critérios 12](#_Toc185491214)

[Sprint 4 (Semana 4): documentação e Relatório Final 13](#_Toc185491215)

[Riscos e Mitigação 13](#_Toc185491216)

[Cronograma do Épico 1 13](#_Toc185491217)

[ÉPICO 2: COLETA, ORGANIZAÇÃO, COMPILAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS EXISTENTES 14](#_Toc185491218)

[Objetivo Principal 14](#_Toc185491219)

[Objetivos Específicos 14](#_Toc185491220)

[Execução por Sprints 14](#_Toc185491221)

[Sprint 1 (Semana 1-2): Coleta e Consolidação dos Dados Disponíveis 14](#_Toc185491222)

[Sprint 2 (Semana 3-4): Limpeza e Tratamento Inicial dos Dados 15](#_Toc185491223)

[Sprint 3 (Semana 5-6): Análise Exploratória dos Dados 15](#_Toc185491224)

[Sprint 4 (Semana 7-8): Consolidação e Preparação Final dos Dados 15](#_Toc185491225)

[Riscos e Mitigação 15](#_Toc185491226)

[Cronograma do Épico 2 16](#_Toc185491227)

[ÉPICO 3: MATRIZ DE PRIORIZAÇÃO E RANQUEAMENTO DOS ATIVOS COM BASE NOS DADOS EXISTENTES 16](#_Toc185491228)

[Objetivo Principal 16](#_Toc185491229)

[Objetivos Específicos 17](#_Toc185491230)

[Execução por Sprints 17](#_Toc185491231)

[Sprint 1 (Semana 1-2): Normalização e Ponderação dos Dados 17](#_Toc185491232)

[Sprint 2 (Semana 3-4): Construção da Matriz de Priorização 17](#_Toc185491233)

[Sprint 3 (Semana 5-6): Validação e Ajustes do Ranking 18](#_Toc185491234)

[Sprint 4 (Semana 7-8): Relatório da Matriz de Priorização 18](#_Toc185491235)

[Riscos e Mitigação 18](#_Toc185491236)

[Cronograma do Épico 3 19](#_Toc185491237)

[ÉPICO 4: LEVANTAMENTO EM CAMPO 19](#_Toc185491238)

[Objetivo Principal 19](#_Toc185491239)

[Objetivos Específicos 19](#_Toc185491240)

[Execução por Sprints 20](#_Toc185491241)

[Sprint 1 (Semana 1-2): Planejamento da Amostragem 20](#_Toc185491242)

[Sprint 2 (Semana 3-4): Desenvolvimento do Protocolo de Inspeção 20](#_Toc185491243)

[Sprint 3 (Semana 5-6): Capacitação e Execução das Inspeções 20](#_Toc185491244)

[Sprint 4 (Semana 7-8): Consolidação e Análise dos Resultados 20](#_Toc185491245)

[Riscos e Mitigação 21](#_Toc185491246)

[Cronograma do Épico 4 21](#_Toc185491247)

[ÉPICO 5: MATRIZ DE PRIORIZAÇÃO E RANQUEAMENTO DOS ATIVOS COM BASE NAS INSPEÇÕES 22](#_Toc185491248)

[Objetivo Principal 22](#_Toc185491249)

[Objetivos Específicos 22](#_Toc185491250)

[Execução por Sprints 22](#_Toc185491251)

[Sprint 1 (Semana 1): Integração dos Dados de Campo 22](#_Toc185491252)

[Sprint 2 (Semana 2): Inferências sobre Unidades Não Inspecionadas 23](#_Toc185491253)

[Sprint 3 (Semana 3): Validação e Refinamento da Matriz 23](#_Toc185491254)

[Sprint 4 (Semana 4): Relatório Final do Projeto 23](#_Toc185491255)

[Riscos e Mitigação 24](#_Toc185491256)

[Cronograma do Épico 5 24](#_Toc185491257)

# Avaliação dos Ativos de Média Tensão da Rede Subterrânea da Light

## **Introdução**

A presente proposta técnica tem como objetivo realizar uma análise rigorosa e aprofundada dos ativos de média tensão da rede subterrânea da Light. Considerando a magnitude e a complexidade da rede subterrânea do Rio de Janeiro, o projeto adotará uma metodologia detalhada, baseada na integração de dados técnicos, operacionais e inspeções em campo, associada a técnicas preditivas e modelos de inteligência computacional.

O sistema subterrâneo apresenta desafios únicos em relação à rede aérea, incluindo a dificuldade de acesso, a complexidade estrutural das câmaras e componentes, e a necessidade de avaliações específicas como infiltrações, ventilação e integridade civil. Estes fatores aumentam a relevância de uma metodologia robusta e otimizada, que permita a priorização eficaz de manutenções e substituições dos ativos.

Dessa forma, os resultados deste projeto fornecerão subsídios essenciais para a tomada de decisão, permitindo a otimização de recursos, a continuidade operacional e a adesão aos indicadores regulatórios (DEC e FEC). Além disso, o estudo contribuirá para aumentar a confiabilidade e segurança do fornecimento de energia na região de concessão da Light.

### OBJETIVO GERAL

Avaliar os ativos de média tensão da rede subterrânea para:

* Identificar a criticidade dos segmentos da rede subterrânea.
* Propor um ranking para priorização de manutenção e melhorias.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Analisar dados históricos de operação e interrupções para mapear a contribuição de cada segmento para a qualidade do fornecimento.
2. Definir critérios de criticidade, considerando variáveis técnicas, estruturais e operacionais, como infiltrações, ventilação e integridade das estruturas.
3. Consolidar uma base de dados estruturada com informações técnicas, operacionais e resultados de inspeções em campo.
4. Desenvolver uma matriz de priorização e um ranking de criticidade para os segmentos da rede subterrânea.

### **Definições**

1. **Ativos de Média Tensão** Ativos que operam em faixas de tensão entre 1kV e 36kV. No contexto da rede subterrânea, incluem:
   * Transformadores subterrâneos;
   * Câmaras transformadoras;
   * Cabines;
   * Caixas de seccionamento;
   * Protetores network e estruturas de apoio.
2. **Criticidade** Parâmetro que avalia o impacto potencial de falhas em termos de:
   * Integridade estrutural (civil e elétrica);
   * Infiltrações e condições ambientais;
   * Impacto nos índices de continuidade regulatória (DEC e FEC);
   * Risco de falhas operacionais e interrupções.
3. **Redes Subterrâneas** Infraestruturas elétricas de distribuição com componentes instalados em câmaras subterrâneas, incluindo estruturas civis de suporte. Elas são caracterizadas por:
   * **Transformadores Subterrâneos**: Equipamentos instalados em câmaras com ventilação limitada e proteção contra agentes externos;
   * **Cabines**: Espaços designados para chaveamentos e proteção elétrica;
   * **Caixas de Seccionamento**: Dispositivos essenciais para manobras e isolamento de trechos da rede;
   * **Estruturas Civis**: Plataformas de suporte que garantem a estabilidade e segurança dos componentes subterrâneos.
4. **Inteligência Computacional** Uso de machine learning e Analytics para:
   * Prever falhas estruturais e operacionais;
   * Diagnosticar problemas com base em inspeções e dados históricos;
   * Planejar ações de manutenção e substituição com base em análises preditivas;
   * Integrar resultados de campo e de modelagem para a otimização de recursos e priorização de intervenções.

### EXEQUIBILIDADE DO PROJETO

#### 1. Viabilidade Técnica

* **Base de Dados Disponível**:
  + Histórico de interrupções e eventos subterrâneos;
  + Dados operacionais (carga, tempo em operação e inspeções anteriores);
  + Indicadores regulatórios (DEC e FEC).
* **Equipe Multidisciplinar**:
  + Especialistas em sistemas subterrâneos, inteligência computacional e redes elétricas;
  + Profissionais com experiência prévia em projetos similares envolvendo infraestrutura subterrânea.

#### 2. Viabilidade Financeira

* Projeto estruturado em etapas com controle rigoroso de custos e cronograma;
* Uso de dados existentes e otimização de inspeções em campo para minimizar despesas adicionais;
* Envolvimento de uma equipe consolidada com suporte à infraestrutura da Light e da UFF.

#### 3. Benefícios Esperados

* **Melhoria na Qualidade do Fornecimento**:
  + Redução de falhas e interrupções por meio da manutenção proativa dos ativos subterrâneos.
* **Otimização de Recursos**:
  + Priorizando intervenções nos segmentos com maior criticidade e impacto regulatório.
* **Cumprimento Regulátorio**:
  + Garantindo a aderência aos índices exigidos pela ANEEL, especialmente DEC e FEC.

## **Estrutura Detalhada do Projeto**

### **Etapa 1: Definição dos Critérios para Classificação da Criticidade**

1. **Objetivo**: Estabelecer variáveis e critérios rigorosos para a avaliação da criticidade dos ativos subterrâneos.
2. **Atividades**:
   * Reuniões com a equipe Light para validação das variáveis.
   * Definição de pesos para variáveis como:
     + Frequência de falhas.
     + Tempo em operação.
     + Impacto nos índices DEC e FEC.
     + Número de clientes afetados.
3. **Entregável**: Relatório com critérios e pesos definidos.

### **Etapa 2: Coleta, Organização e Análise dos Dados Existentes**

1. **Objetivo**: Consolidar e analisar bases de dados disponíveis.
2. **Atividades**:
   * Validação e tratamento de dados operacionais (DEC, FEC, tempo de operação).
   * Integração de dados de carregamento e histórico de manutenções.
   * Identificação de padrões de falhas.
3. **Ferramentas**: Python (pandas, NumPy, SQL).
4. **Entregável**: Base de dados organizada e validada.

### **Etapa 3: Planejamento e Realização de Inspeções em Campo**

1. **Objetivo**: Complementar os dados existentes com medições em campo.
2. **Metodologia**:
   * **Amostragem Estatística**: Definição do tamanho e distribuição da amostra.
   * **Protocolo de Inspeção**: Checklist para câmaras, caixas e cabines.
   * **Testes**:
     + Medidas de corrente de fuga.
     + Avaliação da integridade estrutural (infiltrações, embuchamento).
3. **Entregável**: Relatório com resultados das inspeções.

### **Etapa 4: Desenvolvimento da Matriz de Priorizção e Modelo Preditivo**

1. **Objetivo**: Construir uma matriz dinâmica de priorização com suporte preditivo.
2. **Atividades**:
   * Aplicar algoritmos de machine learning (Random Forest, XGBoost) para previsão de falhas.
   * Integrar dados de campo e operações para calcular a criticidade.
   * Criar dashboards interativos (Plotly/Dash).
3. **Ferramentas**: Python (scikit-learn, Dash, Plotly).
4. **Entregável**: Matriz dinâmica com ranking de ativos.

### **Etapa 5: Elaboração do Relatório Executivo**

1. **Objetivo**: Documentar todas as etapas e apresentar recomendações finais.
2. **Atividades**:
   * Consolidação dos resultados obtidos nas etapas anteriores.
   * Geração de visualizações e relatórios estruturados.
3. **Ferramentas**: Python, Word, Overleaf.
4. **Entregável**: Relatório executivo com recomendações.

### Equipe Técnica

A equipe é composta por especialistas com ampla experiência em sistemas de potência, inteligência computacional e engenharia elétrica. Os principais membros são:

* **Prof. Vitor Hugo Ferreira:** Coordenador do projeto, especialista em inteligência computacional aplicada a sistemas de potência e smart grids.
* **Prof. Henrique de Oliveira Henriques:** Responsável por redes subterrâneas e análise de perdas e confiabilidade.
* **Prof. Márcio Zamboti Fortes:** Especialista em manutenção e qualidade de energia.
* **Prof. Angelo Cesar Colombini:** Focado em machine learning, Analytics e desenvolvimento de software para sistemas elétricos.

**Colaboradores Adicionais**

1. **Daniel Araujo:** Doutorando e programador.
2. **Lorenna:** Doutora com expertise documental e suporte em campanhas de inspeção.

## **Cronograma de Execução**

O projeto tem duração de **nove meses**. As etapas estão distribuídas conforme o seguinte cronograma:

|  |  |
| --- | --- |
| **Etapa** | **Meses** |
| Etapa 1: Definição dos Critérios | 1 |
| Etapa 2: Análise dos Dados Existentes | 2-3 |
| Etapa 3: Inspeções em Campo | 4-6 |
| Etapa 4: Matriz de Priorização e Modelo | 7-8 |
| Etapa 5: Relatório Executivo | 9 |

### ASPECTOS TÉCNICOS E RELEVÂNCIA

1. **Escopo Restrito e Viabilidade**:
   * Devido à extensão e complexidade da rede subterrânea, a inspeção completa é inviável. A análise prioriza dados técnicos, históricos e inspeções em campo otimizadas, maximizando o uso de recursos.
2. **Critérios Baseados em Impacto**:
   * A priorização das intervenções considera variáveis técnicas, como integridade estrutural e infiltrações, e o impacto nos clientes e indicadores regulatórios (DEC e FEC).
3. **Abordagem Integrada**:
   * A combinação de inteligência computacional, machine learning e experiência prática proporciona uma análise robusta, eficiente e precisa para gestão dos ativos subterrâneos.

## **Riscos e Estratégias de Mitigação**

1. **Risco: Dados Incompletos ou Inconsistentes**
   * **Impacto**: Reduz a confiabilidade das análises e projeções, comprometendo a priorização dos ativos.
   * **Mitigação**:
     + Uso de técnicas avançadas de imputção de dados (pandas e scikit-learn em Python);
     + Validação cruzada dos dados com múltiplas fontes operacionais;
     + Revisão periódica e workshops para validação junto à equipe da Light.
2. **Risco: Recursos Limitados para Inspeções em Campo**
   * **Impacto**: Limita a amostra de segmentos inspecionados, reduzindo a precisão na definição de criticidade.
   * **Mitigação**:
     + Planejamento amostral otimizado com técnicas estatísticas para seleção dos segmentos mais críticos;
     + Uso de dados preditivos para direcionar inspeções prioritárias;
     + Implementação de inspeções remotas e tecnologias de monitoramento.
3. **Risco: Falta de Consenso Sobre Variáveis de Criticidade**
   * **Impacto**: Dificulta a definição de um modelo robusto de priorização.
   * **Mitigação**:
     + Realização de workshops técnicos com especialistas da Light para validação de critérios;
     + Modelagem iterativa com refinamento baseado em feedback;
     + Documentação transparente de todas as premissas adotadas.
4. **Risco: Restrições de Acesso a Infraestrutura Subterrânea**
   * **Impacto**: Atraso no cronograma e na coleta de dados em regiões de difícil acesso.
   * **Mitigação**:
     + Planejamento antecipado e comunicação prévia com órgãos reguladores e operacionais;
     + Uso de inspeções tecnológicas, como drones e sensores;
     + Flexibilidade no cronograma para adaptação de prazos.

## **Considerações Finais**

Com esta abordagem detalhada e metodologicamente robusta, a Light disporá de um sistema completo para **avaliação e priorização de ativos subterrâneos**, fornecendo informações precisas para tomada de decisões e otimização de recursos. O modelo preditivo e a matriz de priorização garantem uma gestão eficiente e proativa da rede subterrânea do Rio de Janeiro.

### PROJETO PARA REDE SUBTERRÂNEA: ESTRUTURA DETALHADA

## **Introdução Geral ao Projeto**

O presente projeto tem como objetivo realizar uma análise abrangente e rigorosa dos ativos subterrâneos de média tensão da Light, com foco na identificação de pontos críticos, suas causas principais de falhas e no desenvolvimento de soluções efetivas. A rede subterrânea apresenta desafios técnicos e operacionais singulares, tais como dificuldade de acesso, infiltrações, condições de ventilação inadequadas e desgaste estrutural.

O projeto está estruturado em etapas claras, com base na análise de dados históricos, inspeções em campo, técnicas estatísticas e uso de ferramentas computacionais, como Python, para tratamento de dados e visualizações dinâmicas. O resultado visa oferecer subsídios para priorização de manutenções e otimização de recursos, garantindo a melhoria da continuidade operacional e aderência aos indicadores regulatórios, como DEC e FEC.

Com essa abordagem, a Light poderá reduzir os riscos associados à operação da rede subterrânea, identificar os ativos mais críticos e planejar ações de manutenção e substituição de forma estratégica e eficiente.

### ÉPICO 1: DEFINIÇÃO DOS CRITÉRIOS PARA CLASSIFICAÇÃO DA CRITICIDADE

#### **Objetivo Principal**

Estabelecer e documentar critérios claros e objetivos para avaliar a criticidade dos ativos subterrâneos de média tensão, garantindo uma classificação baseada em dados técnicos e alinhada aos indicadores regulatórios e operacionais.

#### **Objetivos Específicos**

1. Identificar variáveis operacionais e técnicas relevantes para a classificação da criticidade.
2. Determinar os pesos de cada variável com base na sua relevância e impacto.
3. Realizar validações técnicas e operacionais junto à equipe para refinar os critérios propostos.
4. Entregar um relatório final contendo os critérios validados.

#### **Execução por Sprints**

##### **Sprint 1 (Semana 1)**: identificação das Variáveis Relevantes

* **Atividades**:
  + Reunir e revisar os dados operacionais disponíveis, incluindo:
    - Frequência de falhas.
    - Tempo de operação dos ativos.
    - Impacto nos indicadores regulatórios (DEC e FEC).
    - Número de clientes afetados.
  + Analisar benchmarks regulatórios e práticas do setor.
  + Identificar possíveis lacunas nos dados.
* **Entregável**: lista inicial das variáveis relevantes para análise.

##### **Sprint 2 (Semana 2)**: desenvolvimento do Modelo de Criticidade

* **Atividades**:
  + Criar uma estrutura preliminar de pontuação baseada nas variáveis selecionadas.
  + Definir pesos iniciais para cada variável com base na análise de impacto.
  + Simular cenários para testar a robustez do modelo preliminar.
* **Entregável**: estrutura inicial do modelo de criticidade.

##### **Sprint 3 (Semana 3)**: validação e Refinamento dos Critérios

* **Atividades**:
  + Realizar workshops técnicos com especialistas da Light para validar os pesos e variáveis.
  + Ajustar o modelo com base no feedback recebido.
  + Implementar simulações adicionais para garantir aderência aos objetivos do projeto.
* **Entregável**: modelo de criticidade refinado e validado.

##### **Sprint 4 (Semana 4)**: documentação e Relatório Final

* **Atividades**:
  + Consolidar os resultados das sprints anteriores.
  + Documentar detalhadamente os critérios definidos e o processo de validação.
  + Preparar o relatório final para apresentação.
* **Entregável**: relatório final com os critérios de classificação da criticidade.

#### **Riscos e Mitigação**

1. **Risco**: dados incompletos ou inconsistentes.
   * **Mitigação**: uso de técnicas de imputação e validação cruzada; reuniões com especialistas para esclarecimentos.
2. **Risco**: divergência de opiniões sobre os pesos das variáveis.
   * **Mitigação**: promover discussões mediadas e utilizar dados históricos como base para decisões.

#### **Cronograma do Épico 1**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Sprint** | **Semana** | **Atividades** | **Entregável** |
| Sprint 1 | Semana 1 | Identificação das variáveis relevantes. | Lista inicial das variáveis. |
| Sprint 2 | Semana 2 | Desenvolvimento do modelo preliminar. | Estrutura inicial do modelo de criticidade. |
| Sprint 3 | Semana 3 | Validação e refinamento dos critérios. | Modelo validado e ajustado. |
| Sprint 4 | Semana 4 | Consolidação e documentação final. | Relatório final com os critérios definidos. |

### ÉPICO 2: COLETA, ORGANIZAÇÃO, COMPILAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS EXISTENTES

#### **Objetivo Principal**

Processar e estruturar os dados técnicos e operacionais fornecidos pela Light, utilizando ferramentas computacionais para preparar as bases que subsidiarão a elaboração da matriz de priorização no Épico 4.

#### **Objetivos Específicos**

1. Coletar e organizar os dados técnicos e operacionais relacionados aos ativos subterrâneos.
2. Desenvolver scripts em Python para tratamento, limpeza e consolidação dos dados.
3. Realizar análises exploratórias para identificar inconsistências e lacunas.
4. Preparar relatórios preliminares que sintetizem as principais características dos dados processados.

#### **Execução por Sprints**

##### **Sprint 1 (Semana 1-2)**: Coleta e Consolidação dos Dados Disponíveis

* **Atividades**:
  + Reunir todos os dados fornecidos pela Light, incluindo:
    - Parâmetros técnicos dos ativos.
    - Histórico operacional e indicadores regulatórios (DEC e FEC).
  + Identificar fontes e formatos dos dados (planilhas, bancos de dados, etc.).
  + Consolidar os dados em um formato padrão.
* **Entregável**: Base consolidada de dados brutos.

##### **Sprint 2 (Semana 3-4)**: Limpeza e Tratamento Inicial dos Dados

* **Atividades**:
  + Desenvolver scripts em Python para:
    - Remoção de valores duplicados ou inconsistentes.
    - Correção de formatos e unificação de unidades de medida.
    - Preenchimento de lacunas com técnicas de imputção (média, mediana, regressão).
  + Documentar todas as ações de tratamento realizadas.
* **Entregável**: Base tratada e documentada.

##### **Sprint 3 (Semana 5-6)**: Análise Exploratória dos Dados

* **Atividades**:
  + Explorar as bases tratadas para:
    - Identificar padrões e relações relevantes.
    - Detectar outliers e anomalias.
  + Utilizar ferramentas de visualização (Dash/Plotly) para criar gráficos e tabelas interativas.
  + Gerar relatórios preliminares com insights obtidos na análise.
* **Entregável**: Relatório preliminar de análise exploratória.

##### **Sprint 4 (Semana 7-8)**: Consolidação e Preparação Final dos Dados

* **Atividades**:
  + Validar os dados tratados com a equipe da Light.
  + Consolidar as bases para uso direto na matriz de priorização.
  + Documentar o processo completo, incluindo as limitações encontradas.
* **Entregável**: Base de dados final e documentação completa.

#### **Riscos e Mitigação**

1. **Risco**: Dados incompletos ou inconsistentes.
   * **Mitigação**: Uso de técnicas de imputção e preenchimento baseado em dados históricos ou inferência estatística.
2. **Risco**: Falta de padronização nos dados recebidos.
   * **Mitigação**: Desenvolvimento de scripts robustos para normalização e unificação.
3. **Risco**: Dificuldade em compreender algumas variáveis técnicas.
   * **Mitigação**: Reuniões regulares com especialistas técnicos para esclarecimentos.

#### **Cronograma do Épico 2**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Sprint** | **Semanas** | **Atividades** | **Entregável** |
| Sprint 1 | Semanas 1-2 | Coleta e organização inicial dos dados. | Base consolidada de dados brutos. |
| Sprint 2 | Semanas 3-4 | Limpeza e tratamento dos dados. | Base tratada e documentada. |
| Sprint 3 | Semanas 5-6 | Análise exploratória. | Relatório preliminar de análise exploratória. |
| Sprint 4 | Semanas 7-8 | Consolidação e validação final. | Base de dados final e documentação completa. |

### ÉPICO 3: MATRIZ DE PRIORIZAÇÃO E RANQUEAMENTO DOS ATIVOS COM BASE NOS DADOS EXISTENTES

#### **Objetivo Principal**

Desenvolver uma matriz de priorização para os ativos subterrâneos utilizando os dados consolidados no Épico 2 e os critérios definidos no Épico 1, permitindo o ranqueamento dos ativos com base em criticidade técnica e operacional.

#### **Objetivos Específicos**

1. Utilizar os critérios de criticidade para categorizar os ativos subterrâneos.
2. Aplicar técnicas de normalização e ponderação para garantir comparabilidade entre variáveis.
3. Construir e validar uma matriz de priorização baseada em dados operacionais e técnicos.
4. Elaborar um ranking preliminar para ser ajustado com os resultados das inspeções em campo (posteriormente).

#### **Execução por Sprints**

##### **Sprint 1 (Semana 1-2)**: Normalização e Ponderação dos Dados

* **Atividades**:
  + Revisar as variáveis coletadas e tratadas no Épico 2.
  + Aplicar técnicas de normalização para padronizar escalas diferentes.
  + Definir os pesos para cada variável com base nos critérios estabelecidos no Épico 1.
  + Implementar códigos em Python para processar as ponderações.
* **Entregável**: Base de dados normalizada e ponderada.

##### **Sprint 2 (Semana 3-4)**: Construção da Matriz de Priorização

* **Atividades**:
  + Desenvolver a matriz de priorização utilizando a base de dados normalizada.
  + Aplicar a equação de criticidade:
    - Onde são os pesos definidos.
  + Gerar dashboards com Dash/Plotly para visualização da matriz.
* **Entregável**: Matriz preliminar de priorização.

##### **Sprint 3 (Semana 5-6)**: Validação e Ajustes do Ranking

* **Atividades**:
  + Validar a matriz e o ranking preliminar com a equipe técnica da Light.
  + Realizar ajustes com base no feedback recebido.
  + Testar diferentes cenários para assegurar a robustez do modelo.
* **Entregável**: Ranking ajustado e validado.

##### **Sprint 4 (Semana 7-8)**: Relatório da Matriz de Priorização

* **Atividades**:
  + Consolidar os resultados da matriz em relatórios técnicos detalhados.
  + Documentar a metodologia utilizada para construção e validação.
  + Preparar o material para apresentação dos resultados à equipe da Light.
* **Entregável**: Relatório final da matriz de priorização.

#### **Riscos e Mitigação**

1. **Risco**: Pesos inadequados para variáveis.
   * **Mitigação**: Validação extensiva com especialistas e simulações.
2. **Risco**: Dificuldade em interpretar os resultados da matriz.
   * **Mitigação**: Uso de dashboards interativos e visualizações dinâmicas.
3. **Risco**: Dados inconsistentes impactando o ranking.
   * **Mitigação**: Revisão rigorosa da base tratada antes de implementar a matriz.

#### **Cronograma do Épico 3**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Sprint** | **Semanas** | **Atividades** | **Entregável** |
| Sprint 1 | Semanas 1-2 | Normalização e ponderação dos dados. | Base de dados normalizada e ponderada. |
| Sprint 2 | Semanas 3-4 | Construção da matriz de priorização. | Matriz preliminar de priorização. |
| Sprint 3 | Semanas 5-6 | Validação e ajustes do ranking. | Ranking ajustado e validado. |
| Sprint 4 | Semanas 7-8 | Relatório da matriz de priorização. | Relatório final da matriz de priorização. |

### ÉPICO 4: LEVANTAMENTO EM CAMPO

#### **Objetivo Principal**

Realizar o planejamento e a execução das inspeções em campo nos ativos subterrâneos, utilizando amostragem estatística para otimizar os recursos da Light. Desenvolver um protocolo de inspeção adaptado às condições locais e às melhores práticas internacionais.

#### **Objetivos Específicos**

1. Planejar as inspeções em campo com base na amostragem estatística dos ativos.
2. Definir protocolos de inspeção considerando práticas internacionais e os recursos disponíveis.
3. Realizar medições e ensaios em campo com instrumentos dedicados.
4. Consolidar os dados levantados para retroalimentar a matriz de priorização.

#### **Execução por Sprints**

##### **Sprint 1 (Semana 1-2)**: Planejamento da Amostragem

* **Atividades**:
  + Revisar os dados consolidados no Épico 3 para identificar os ativos críticos.
  + Aplicar técnicas de amostragem estatística para selecionar os ativos a serem inspecionados.
  + Elaborar plano detalhado para as inspeções em campo.
* **Entregável**: Plano de amostragem e lista de ativos selecionados para inspeção.

##### **Sprint 2 (Semana 3-4)**: Desenvolvimento do Protocolo de Inspeção

* **Atividades**:
  + Pesquisar melhores práticas internacionais para inspeção de redes subterrâneas.
  + Propor um protocolo detalhado, incluindo:
    - Medidas a serem realizadas.
    - Instrumentos necessários.
    - Procedimentos operacionais.
  + Adaptar o protocolo às condições da Light e recursos disponíveis.
* **Entregável**: Protocolo de inspeção ajustado à realidade da Light.

##### **Sprint 3 (Semana 5-6)**: Capacitação e Execução das Inspeções

* **Atividades**:
  + Treinar a equipe técnica para aplicação do protocolo de inspeção.
  + Realizar as inspeções de campo nos ativos selecionados.
  + Coletar dados técnicos e operacionais no formato padronizado.
* **Entregável**: Dados de campo coletados e relatórios preliminares de inspeção.

##### **Sprint 4 (Semana 7-8)**: Consolidação e Análise dos Resultados

* **Atividades**:
  + Consolidar os dados levantados em campo.
  + Comparar os resultados com os dados utilizados na matriz de priorização do Épico 3.
  + Identificar discrepâncias e propor ajustes no modelo de criticidade.
* **Entregável**: Base de dados consolidada e relatório final das inspeções.

#### **Riscos e Mitigação**

1. **Risco**: Seleção inadequada dos ativos para inspeção.
   * **Mitigação**: Revisar criteriosamente o plano de amostragem e validar com especialistas.
2. **Risco**: Limitação de recursos para aplicação do protocolo completo.
   * **Mitigação**: Ajustar o protocolo com foco nos ativos mais críticos.
3. **Risco**: Falta de capacitação da equipe para execução das inspeções.
   * **Mitigação**: Realizar treinamentos prévios detalhados.

#### **Cronograma do Épico 4**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Sprint** | **Semanas** | **Atividades** | **Entregável** |
| Sprint 1 | Semanas 1-2 | Planejamento da amostragem. | Plano de amostragem e lista de ativos. |
| Sprint 2 | Semanas 3-4 | Desenvolvimento do protocolo de inspeção. | Protocolo de inspeção ajustado. |
| Sprint 3 | Semanas 5-6 | Capacitação e execução das inspeções. | Dados coletados e relatórios preliminares. |
| Sprint 4 | Semanas 7-8 | Consolidação e análise dos resultados. | Base consolidada e relatório final das inspeções. |

### ÉPICO 5: MATRIZ DE PRIORIZAÇÃO E RANQUEAMENTO DOS ATIVOS COM BASE NAS INSPEÇÕES

#### **Objetivo Principal**

Revisitar e aprimorar a matriz de priorização e ranqueamento dos ativos subterrâneos utilizando os dados coletados nas inspeções em campo. Realizar inferências para estimar a condição atual das unidades não inspecionadas, garantindo um elevado nível de confiança nos resultados.

#### **Objetivos Específicos**

1. Incorporar os dados das inspeções em campo à matriz desenvolvida no Épico 3.
2. Realizar inferências estatísticas sobre as unidades não inspecionadas com base nos resultados das inspeções.
3. Avaliar a confiabilidade das inferências realizadas.
4. Apresentar uma análise consolidada no relatório final do projeto.

#### **Execução por Sprints**

##### **Sprint 1 (Semana 1)**: Integração dos Dados de Campo

* **Atividades**:
  + Consolidar os dados obtidos nas inspeções em campo.
  + Revisar e ajustar a matriz de priorização existente considerando os novos dados.
  + Implementar ajustes iniciais nos pesos das variáveis conforme os resultados obtidos.
* **Entregável**: Matriz revisada com os dados de campo integrados.

##### **Sprint 2 (Semana 2)**: Inferências sobre Unidades Não Inspecionadas

* **Atividades**:
  + Desenvolver modelos estatísticos para estimar a condição das unidades não inspecionadas.
  + Utilizar técnicas de aprendizado de máquina, se aplicável, para refinar as inferências.
  + Avaliar a precisão e o nível de confiança das inferências realizadas.
* **Entregável**: Relatório de inferências estatísticas sobre os ativos não inspecionados.

##### **Sprint 3 (Semana 3)**: Validação e Refinamento da Matriz

* **Atividades**:
  + Validar os resultados da matriz revisada com especialistas da Light.
  + Realizar ajustes nos pesos e variáveis com base no feedback recebido.
  + Testar diferentes cenários para avaliar a robustez do modelo.
* **Entregável**: Matriz de priorização refinada e validada.

##### **Sprint 4 (Semana 4)**: Relatório Final do Projeto

* **Atividades**:
  + Consolidar todas as informações geradas ao longo do projeto.
  + Documentar os principais produtos, conclusões e recomendações.
  + Preparar material para apresentação à equipe da Light.
* **Entregável**: Relatório final detalhado com análise consolidada.

#### **Riscos e Mitigação**

1. **Risco**: Qualidade insuficiente dos dados coletados em campo.
   * **Mitigação**: Revisar os checklists de inspeção para assegurar consistência e padronização.
2. **Risco**: Inferências não representativas das unidades não inspecionadas.
   * **Mitigação**: Utilizar amostragens estatísticas robustas e validar os modelos com dados reais.
3. **Risco**: Divergência nas opiniões dos especialistas.
   * **Mitigação**: Promover discussões mediadas e utilizar os dados como base para decisões.

#### **Cronograma do Épico 5**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Sprint** | **Semanas** | **Atividades** | **Entregável** |
| Sprint 1 | Semana 1 | Integração dos dados de campo. | Matriz revisada com dados integrados. |
| Sprint 2 | Semana 2 | Inferências sobre unidades não inspecionadas. | Relatório de inferências estatísticas. |
| Sprint 3 | Semana 3 | Validação e refinamento da matriz. | Matriz refinada e validada. |
| Sprint 4 | Semana 4 | Relatório final do projeto. | Relatório final detalhado. |