

Medições através de Processamento de Imagens em Waysides

Raquel Frizera Vassallo

FORMULÁRIO DE APRESENTAÇÃO DE PROPOSTAS

Vitória, 18 de setembro de 2020
Versão 1.6



Sumário

1.	Identificação	4
1.1	Dados do Proponente	4
1.2	Proponente ITV (quando aplicável)	4
1.3	Área da Vale (quando aplicável)	4
2.	Dados do Projeto (não abrevie)	5
3.	Equipe do Projeto	5
4.	Palavras Chave do Projeto (3 palavras)	6
5.	Resumo do Projeto de Pesquisa (máximo de 1 página)	6
6.	Justificativa	6
7.	Descrição do Estado da Arte	6
7.1	Grau de maturidade da tecnologia a ser desenvolvida (quando aplicável)	6
8.	Objetivos	6
8.1	Gerais	6
8.2	Específicos	6
9.	Metodologia de Pesquisa	7
10.	Resultados Esperados	7
11.	Grau de inovação do projeto (quando aplicável)	7
11.1	Justificativa do grau de inovação (quando aplicável)	7
12.	Possibilidade de patenteamento (quando aplicável)	7
13.	Acesso à Vale	7
14.	Riscos (projeto, tecnológico, marcos regulatórios etc.)	7
15.	Relevância estratégica para Vale	8

15.1	Crescimento de Mercado – Foco em vendas (quando aplicável)	8
15.2	Redução de Custos – Foco em melhoria de processo (quando aplicável)	8
15.3	Implicações ambientais (quando aplicável)	8
15.4	Implicações em saúde e segurança (quando aplicável)	9
16.	Cronograma de Atividades e Marcos	9
17.	Produtos e Entregas	10
18.	Referências Bibliográficas da Pesquisa	10
19.	Orçamento Sumarizado – Consolidado do Projeto	10
20.	Orçamento Detalhado e Cronograma de Desembolso	10
21.	Informações Adicionais	10
22.	Anexos	11
23.	Assinaturas	11

1. Identificação

1.1 Dados do Proponente

Instituição:	Universidade Federal do Espírito Santo
Nome do Pesquisador:	Raquel Frizera Vassallo
CPF:	027.543.037-58
Nacionalidade:	Brasileira
Titulação:	() Graduado () Especialista () Mestre () Doutor (X) Pós-Doutorado
Telefone:	
Celular:	27 992946309
E-mail:	raquel@ele.ufes.br
Departamento/ Unidade:	Departamento de Engenharia Elétrica
Área de Formação/ Especialização:	Engenharia Elétrica / Visão Computacional e Robótica
Endereço:	Rua Diógenes Malacerne, 121, ap 104
Cidade:	Vila Velha
Estado:	ES
CEP:	20101-210
País:	Brasil

Caso o proponente não seja o coordenador do projeto, informar seus dados:

1.2 Área da Vale (quando aplicável)

Área da Vale envolvida:	Ferrovias EFVM
Contato:	Guilherme Kallembach
Telefone:	27 3333 7747
E-mail:	guilherme.kallembach@vale.com

2. Dados do Projeto (não abrevie)

Título do Projeto:	Medições através de Processamento de Imagens em Waysides		
Duração (em meses):	24 meses		
Projeto em Rede:	<input checked="" type="checkbox"/> Individual <input type="checkbox"/> Rede*		
Programa/ Linha de Pesquisa**:	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica / Robótica		
Tipo de Pesquisa:	<input type="checkbox"/> Pesquisa Básica <input checked="" type="checkbox"/> Pesquisa Aplicada <input type="checkbox"/> Desenvolvimento <input type="checkbox"/> Transferência de Tecnologia		
Aplicável a Lei do Bem:	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		
Versão	Data	Autor	Alteração
1.0	20/01/20	Raquel	Proposta inicial
1.1	02/03/20	André / Guilherme	Considerações Vale (Resultados para a Vale, riscos, etc.)
1.3	03/05/30	André	Ajuste no item de Riscos
1.4	05/05/20	André / Guilherme / Raquel	Ajuste da justificativa, resultados esperados e discussão de ajuste sobre o escopo
1.5	20/06/20	Raquel	Incorporação das alterações discutidas em reunião e complementos
1.6	18/09/20	Raquel	Incorporação das alterações solicitadas por Manoela Guimarães

*Projeto relacionado com um ou mais projetos.

**No âmbito das linhas de pesquisa apresentadas pela Vale.

3. Equipe do Projeto

Instituição	Nome	Titulação	Telefone	E-mail	Participação no Projeto e Função	Link no Currículo Lattes
UFES	Raquel Frizera Vassallo	Doutor	27 992946309	raquel@ele.ufes.br	Coordenador e pesquisador	http://lattes.cnpq.br/9572903915280374
UFES	Clebeson Canuto	Doutor	27 996675931	clebeson.canuto@gmail.com	Pesquisador	http://lattes.cnpq.br/7754166023347003
UFES	Aluno Mestrado a definir	Graduação	-	-	Pesquisador e desenvolvedor	-
UFES	Aluno Apoio Técnico a definir	Ensino Médio Técnico	-	-	Apoio técnico e desenvolvedor	-
UFES	Aluno de IC a definir	Ensino Médio	-	-	Desenvolvedor	-
Vale	Guilherme Kallemback				Pesquisador	
Vale	André Franca	Mestre			Pesquisador	

4. Palavras Chave do Projeto (3 palavras)

Processamento de Imagem, Visão Computacional, Extração de medidas

5. Resumo do Projeto de Pesquisa (máximo de 1 página)

Este projeto visa aplicar métodos de processamento de imagens para realizar, de forma automática, a medição e monitoramento de itens do wayside das locomotivas, vagões de carga e carros de passageiros da VALE. Especificamente neste projeto serão avaliados quais componentes poderão ser inspecionados e medidos como, por exemplo, o tamanho da banda do rodeiro, o desgaste das sapatas de freio, a presença ou não dos parafusos de fixação do rodeiro, o tipo de rolamento, entre outros. Depois de um primeiro estudo, serão selecionados pelo menos três elementos, entre os mais promissores, para serem inspecionados por processamento de imagem. Tais medições são especialmente importantes para a manutenção do ativo das locomotivas e vagões, e para a prevenção de acidentes nas ferrovias da VALE. A ideia é que seja feita a instalação de um equipamento de medição na lateral dos trilhos de tal forma que um monitoramento contínuo possa ser realizado. Isso permitirá um acompanhamento mais frequente dos ativos e intervenções mais rápidas e efetivas nas atividades de manutenção e prevenção.

6. Justificativa

O projeto visa monitorar componentes de vagões e locomotivas que não são cobertos pelo monitoramento atual. Atualmente o equipamento de wayside, que monitora alguns componentes, é desenvolvido apenas por algumas poucas empresas estrangeiras. Portanto é importante conceber novas funcionalidades e nacionalizar o desenvolvimento, de forma a possuir uma aproximação e influência na solução final.

Ainda é almejado a diminuição do custo e a possibilidade de implantação de mais equipamentos ao longo das ferrovias da VALE, trazendo maior segurança à operação ferroviária.

7. Descrição do Estado da Arte

7.1 Grau de maturidade da tecnologia a ser desenvolvida (quando aplicável)

- Tecnologia emergente:** o projeto visa o desenvolvimento de novas tecnologias que nunca foram aplicadas industrialmente (nova plataforma tecnológica ou inovação radical).
- Primeira aplicação na indústria, mas nenhuma solução dominante:** o projeto visa o desenvolvimento de tecnologias que já tenham sido aplicadas industrialmente de forma experimental por competidores da Vale, mas que ainda não chegaram ao nível de solução dominante na indústria mineral.
- Solução dominante, aberta a melhorias:** o projeto visa o desenvolvimento de melhorias incrementais em tecnologias que já atingiram o estágio de solução dominante na indústria mineral.
- Tecnologia altamente explorada e difundida:** o projeto visa apoiar o processo de aplicação de tecnologias que são novas apenas para a Vale e que apresentam baixo potencial para melhorias incrementais.
- Não se aplica**

8. Objetivos

8.1 Gerais

Desenvolvimento de uma metodologia e algoritmos para realizar a inspeção e medição de ativos de locomotivas, vagões de carga e carro de passageiros da VALE, de forma automática, através de processamento de imagens capturadas em waysides.

Entre os itens que se pretende investigar para a realização de medições, pode-se citar:

- Rodeiros. Possíveis medições: espessura da banda (outer rim) e dimensão da roda.
- Sapata de freio. Possíveis medições: distância da sapata ao rodeiro, dimensão da sapata e detecção de desgaste desproporcional.
- Rolamentos. Possíveis medições: diâmetro do rolamento, detecção se há ou não contato do rolamento com o pedestal, identificação do tipo de rolamento, detecção da presença ou não de parafusos de fixação.
- Mola. Possíveis medições: detecção da presença ou não de molas, medida da altura da mola e se sua posição está torta.
- PAD. Possíveis medições: detecção de presença ou ausência de PAD.

8.2 Específicos

De forma sucinta, os objetivos específicos deste projeto serão o estudo de elementos do wayside para identificar quais poderão ser inspecionados por processamento de imagens e definição de pelo menos 3 itens para o desenvolvimento de um método e algoritmos de medição e inspeção automática nos dois anos do projeto.

Vale ressaltar que a análise e desenvolvimento realizados neste primeiro projeto poderão servir de base para desenvolvimentos futuros a fim de incluir mais itens na solução para inspeção automática de elementos das locomotivas, vagões de carga e carro de passageiros da VALE. A escolha de apenas alguns itens para serem abordados neste projeto se deve ao limite de tempo para que muitos itens sejam considerados ao mesmo tempo, uma vez que será necessário uma revisão bibliográfica de metodologias de processamento de imagens ou mesmo aprendizagem de máquina, levantamento de soluções já existentes no mercado, além do desenvolvimento da solução em si no horizonte de dois anos.

A partir das discussões iniciais com a equipe da VALE e da experiência do grupo de pesquisa que irá desenvolver a solução, há indícios que alguns dos itens que serão abordados neste projeto serão o tamanho do rodeiro, o desgaste das sapatas de freio e o modelo e fixação dos rodeiros. Mas estes itens poderão ser alterados dependendo da etapa inicial de estudo e análise.

Podem ser considerados como objetivos específicos deste projeto os seguintes itens:

- Estudo aprofundado do maquinário das locomotivas, vagões e carros de passageiros para conhecimento da estrutura e demais elementos a serem inspecionados.
- Familiarização com os detalhes do problema a ser resolvido através de reuniões e discussão com equipe técnica da VALE.
- Revisão bibliográfica de métodos de processamento de imagens e/ou visão computacional que possam ser aplicados na solução a ser desenvolvida.
- Escolha de métodos para serem testados nos processos de inspeção de cada um dos elementos de interesse para avaliação tanto dos métodos quanto dos elementos mais promissores para serem considerados no desenvolvimento da solução.
- Definição e seleção, a partir dos testes preliminares, de quais métodos serão explorados e quais elementos serão usados para desenvolvimento dos algoritmos de inspeção e medição.
- Desenvolvimento dos algoritmos para inspeção e medição dos elementos escolhidos.
- Testes e experimentação em imagens e vídeos de arquivo.
- Ajustes e melhorias dos algoritmos.
- Testes e experimentação em imagens e vídeos, em tempo real e in loco, nas instalações da VALE.

- Novos ajustes e melhorias dos algoritmos.
- Documentação e confecção de relatórios técnicos.
- Registro de patente ou software caso haja possibilidade para isso.

9. Metodologia de Pesquisa

Para o desenvolvimento deste projeto a metodologia a ser adotada segue basicamente as etapas descritas na seção anterior.

Inicialmente será necessária uma familiarização da equipe de pesquisa com os equipamentos e peças a serem inspecionadas da estrutura das locomotivas, vagões e carros de passageiros, assim como os termos técnicos utilizados. Esse aprendizado será realizado através de interações com a equipe da VALE e visitas a campo para ambientação e conhecimento aprofundado do problema a ser abordado.

A seguir será realizada uma revisão bibliográfica para levantar a existência ou não de trabalhos que abordem problemas semelhantes e analisar quais as soluções desenvolvidas nesses casos. Tal levantamento permitirá identificar quais métodos de processamento de imagens podem ser usados como base inicial de estudo e investigação para a solução que se deseja desenvolver. Além da revisão bibliográfica, também será realizado um levantamento de soluções comerciais existentes e como estas funcionam, mesmo que seja de forma superficial, uma vez que tais soluções são normalmente proprietárias e não fornecem acesso a detalhes do seu projeto.

Paralelamente à etapa descrita no parágrafo anterior, serão listados todos os elementos do wayside que se intenciona inspecionar de forma automática. A partir dessa lista, serão analisadas quais medidas e inspeções poderão ser realizadas através de processamento de imagens ou técnicas de visão computacional e aprendizagem de máquina. Esta análise será utilizada para selecionar entre os elementos de interesse quais serão considerados mais promissores e viáveis para o desenvolvimento da solução.

A partir desse estudo inicial, serão selecionados os métodos e elementos para se iniciar o desenvolvimento do projeto. Com isso, versões preliminares da solução serão implementadas com o intuito de testar ideias e abordagens para identificar aquelas que apresentam resultados mais promissores. Já nessa etapa serão utilizadas imagens fornecidas pela equipe da VALE para testes, avaliação e comparação das implementações realizadas.

De acordo com os resultados obtidos, serão feitos ajustes e melhorias, buscando o máximo de eficiência e acurácia possíveis. Entretanto, caso os resultados não sejam satisfatórios e indicarem pouca chance de solução do problema através da abordagem adotada, outras implementações mais complexas, envolvendo aprendizagem de máquina, poderão ser estudadas e propostas. A experiência e conhecimento adquiridos nos testes preliminares serão essenciais para a escolha de que modelos de aprendizagem de máquina poderão ser empregados no desenvolvimento da solução.

Assim, espera-se que, à medida que o projeto for executado, seja possível desenvolver soluções adaptando-se métodos já conhecidos ou propondo-se métodos novos de acordo com as características do problema. Mais uma vez os experimentos e testes serão realizados em laboratório utilizando-se as imagens fornecidas pela VALE.

Quando finalmente a solução for considerada com resultados suficientes para sua utilização em tempo real, serão programados testes in loco na VALE para avaliação do seu desempenho na área industrial e sujeito a diferentes situações do ambiente como variação de iluminação, vento e outras.

O fato das medições das estruturas desejadas serem extraídas de imagens, as primeiras técnicas a serem testadas serão métodos clássicos de processamento de imagens, como detecção de contornos, quinas, retas ou circunferências, através do uso de máscaras de convolução que realizam filtragens, estimativas de gradientes ou operações morfológicas nas imagens. Serão consideradas ainda a utilização de transformadas como Hough, filtros de Haar, imagens integrais, assim como medida de excentricidade. Tais métodos permitem a identificação de retas, círculos ou elipses, e a realização de medidas no domínio da imagem.

Essa primeira etapa de aplicação de técnicas clássicas na solução do problema tem como principal objetivo avaliar a possibilidade de se utilizar ferramentas simples para obtenção das medidas desejadas, antes que se considere o emprego de ferramentas de custo computacional grande, sem que haja a verdadeira necessidade.

Conforme mencionado anteriormente, caso as técnicas clássicas não apresentem resultados considerados satisfatórios, seja por precisão ou tempo de execução, outras soluções serão buscadas. Nesse caso, métodos mais avançados ou complexos poderão ser adotados como rede neurais, redes convolucionais ou mesmo deep-learning.

Em todas as etapas, testes com imagens fornecidas pela equipe da VALE serão usadas para se desenvolver, avaliar e ajustar a metodologia proposta. A seguir, testes in loco serão programados para que a solução possa se adequar o máximo possível às especificidades da realidade industrial e ser aplicada em tempo real.

10. Resultados Esperados

Como principal resultado, espera-se que, ao final do projeto, tenha sido desenvolvido um sistema com processamento de imagens e geração de alarmes para inspeção de componentes alvo do wayside. Conforme mencionado anteriormente, a definição de quais componentes serão monitorados ocorrerá durante a execução do projeto e dependerá das técnicas de processamento de imagens que forem possíveis implementar no período de duração de dois anos. Acredita-se que depois do desenvolvimento deste primeiro protótipo, o monitoramento de outros componentes poderá ser desenvolvido e acrescentado em projetos de P&D posteriores.

Esse monitoramento contribuirá para um melhor controle do custo de manutenção e maior eficiência na troca e ajustes de componentes ativos. Consequentemente, uma melhor manutenção diminui os riscos de acidentes, que envolve tanto prejuízos financeiros quanto o risco para as vidas dos funcionários da empresa e terceiros.

Uma vez que o projeto também envolve uma linha acadêmica, outro resultado esperado é a formação de recursos humanos e publicação científica, com pelo menos a conclusão de um mestrado, duas iniciações científicas e publicação de artigos em congresso e revista.

Finalmente, projetos como esse podem aumentar a aproximação e interação entre empresa e academia, mostrando como essa parceria pode ser uma via de mão dupla que traz benefícios para ambos os lados.

11. Grau de inovação do projeto (quando aplicável)

- Novo para o Mundo
- Novo para Indústria Mineral
- Novo para a Vale
- Nenhuma novidade

11.1 Justificativa do grau de inovação (quando aplicável)

Algumas soluções para detecção de defeitos em equipamentos ferroviários já existem e podem ser obtidas de forma comercial. No entanto, nem todas as medições de interesse são fornecidas. O desenvolvimento de um projeto de P&D como este, pode trazer novidades ou melhorias das soluções ou mesmo novos aspectos a serem monitorados, agregando inovação ao processo já vigente.

Além disso, o desenvolvimento de soluções dentro da própria empresa permite que esta se veja livre da necessidade de adquirir produtos de terceiros, pagando muito mais caro pela solução. Desta forma, além de desenvolver o knowhow internamente, a empresa economiza na aplicação e instalação de uma solução, a qual poderá ser desenvolvida voltada especificamente para o que mais lhe interessa.

12. Possibilidade de patenteamento (quando aplicável)

Descreva a chance/Interesse em patenteamento da tecnologia desenvolvida no projeto

- () Alta chance de patenteamento
(X) Moderada chance de patenteamento
() Baixa chance de patenteamento
() Nenhuma chance de patenteamento

13. Acesso à Vale

Inicialmente serão necessárias visitas à VALE para reuniões e discussão do projeto, além de familiarização técnica da equipe de pesquisa. Entretanto, a maior parte do desenvolvimento da solução será realizada com imagens e vídeos fornecidas pela equipe da VALE.

Em um segundo momento, assim que os algoritmos desenvolvidos atinjam um certo grau de maturidade, serão necessárias visitas às instalações da VALE para a realização de testes in loco. Tais testes devem ocorrer na ferrovia próximo aos equipamentos de wayside.

14. RISCOS (projeto, tecnológico, marcos regulatórios etc.)

O desenvolvimento do projeto não oferece risco para a VALE em termos de imagem da empresa ou riscos ao patrimônio ou pessoal, enquanto o desenvolvimento ocorrer fora dos espaços físicos da VALE, durante a fase inicial do projeto. No segundo momento, quando ocorrerem instalações físicas dos equipamentos na região do wayside (ou outro local a ser definido), deverão ser cumpridos os procedimentos de segurança indicados e sempre com o acompanhamento dos responsáveis (ou indicados) da empresa.

VISITA TÉCNICA:

- Sim, obrigatória
Sim, opcional
Não requerida

TIPO DE ATIVIDADE:

- CONTROLADA MONITORADA NÃO CONTROLADA

RISCO DO CONTRATO:

- BAIXO MÉDIO ALTO / MUITO ALTO

Considerações de SSMA (Saúde e Segurança e Meio Ambiente)

- a) As situações de riscos (mecânicos e ambientais) e os aspectos de SSMA dos processos da Vale que possuam interfaces com o escopo contratual - riscos da APR/LAIAs das áreas onde as atividades serão executadas;
- b) As condições mínimas de SSMA a serem asseguradas nos canteiros de obras ou instalações próprias da Contratada nas áreas da Vale, incluindo as condições a serem observadas quando da desmobilização e necessidades específicas referente aos controles ambientais;
- c) A Classificação da Atividade (controlada, monitorada ou não controlada) a ser aplicada para todos os tipos de serviço contemplados no escopo do contrato, conforme estabelecido nas diretrizes para Gerenciamento de Incidentes de SSMA da Vale;
- d) Informações sobre o Plano de Atendimento de Emergências e necessidade do PAE da contratada – recursos e responsabilidades;
- e) A necessidade de realização de visitas técnicas para orientação e esclarecimentos;
- f) Requisitos para acesso às áreas da Vale – pessoas e equipamentos;
- g) Periodicidade de Reuniões de SSMA;
- h) Classificação de Risco do Contrato – Baixo.
- i) Treinamentos específicos da área;
- j) Modelos de ART, Diálogo Comportamental, Registro de condição insegura e outros, quando aplicável;
- k) Requisitos específicos desdobrados dos Programas de SSMA, PTP e PGS do SGI, incluindo os PROs locais que derivam destes, além do Programa de Prevenção de Fatalidade;
- l) NOTA 1: A critério da Proponente, esta poderá estar acompanhada na visita técnica – às suas expensas – de profissional de SSMA capacitado com o objetivo de subsidiar a elaboração de sua respectiva proposta técnica.
- m) NOTA 2: A critério da área requisitante, a visita técnica poderá ser acompanhada de profissional de SSMA (Vale ou designado por esta) capacitado para orientar e esclarecer quaisquer dúvidas das Proponentes acerca dos requisitos de SSMA a serem observados. Representantes da equipe local de SSMA devem participar da visita técnica conforme definido no Anexo 2 ao presente Procedimento de Gerenciamento de Saúde, Segurança e Meio Ambiente para Contratadas da Vale.
- n) O fornecedor deve conhecer e praticar todas as regras previstas no “Guia de Saúde e Segurança e Meio Ambiente para Fornecedores Vale”; Após a contratação o fornecedor deverá acessar o link abaixo:

http://www.vale.com/PT/suppliers/code_conduct/Documents/

[Guia de Saude Seguranca e Meio Ambiente para Fornecedores Vale.pdf](#)

15. Relevância estratégica para Vale

Potenciais benefícios econômicos, de negócios e socioambientais.

15.1 Crescimento de Mercado – Foco em vendas (quando aplicável)

Qual é a potencial contribuição de seu projeto para o crescimento no mercado atual da Vale (aumento de receitas nos mercados e negócios atuais da Vale pela aplicação da tecnologia)? Justifique

- Alta
- Média
- Baixa
- Não se aplica

Qual é a potencial contribuição de seu projeto para a diversificação ou criação de novos negócios na Vale (novas aplicações minerais ou novos serviços)? Justifique

- Alta
- Média
- Baixa
- Não se aplica

15.2 Redução de Custos – Foco em melhoria de processo (quando aplicável)

Qual é a potencial contribuição de seu projeto para a redução de custos de investimento em bens de capital (por exemplo, máquinas e equipamentos) na Vale? Justifique

- Alta redução
- Moderada redução
- Pequena redução
- Nenhuma redução

Qual é a potencial contribuição de seu projeto para a redução de custos operacionais na Vale? Justifique

- Alta redução
- Moderada redução
- Pequena redução
- Nenhuma redução

15.3 Implicações ambientais (quando aplicável)

Qual é o potencial de impacto de seu projeto nas condições ambientais ou redução do impacto ambiental causado por uma ou mais operações realizadas pela Indústria da Mineração ou por outra empresa de sua cadeia produtiva? Justifique

- Alto impacto positivo
- Moderado impacto positivo
- Impacto neutro
- Impacto negativo

No caso de impacto positivo, assinale os tipos de implicações ambientais potenciais do projeto:

- Eficiência Energética
- Tratamento de resíduos
- Reuso de água
- Redução de emissões
- Preservação e recuperação
- Outra implicação. Qual?

15.4 Implicações em saúde e segurança (quando aplicável)

Qual é o potencial de impacto de seu projeto na redução dos riscos à integridade física e à saúde de trabalhadores envolvidos nas operações realizadas pela Indústria da Mineração, por outra empresa de sua cadeia produtiva ou pela comunidade do entorno? Justifique

- Alto impacto positivo
- Moderado impacto positivo
- Impacto neutro
- Impacto negativo

No caso de impacto positivo, assinale os tipos de implicações em saúde e segurança potenciais do projeto:

- Segurança no trabalho
- Saúde do trabalhador
- Doenças em geral
- Outra implicação. Qual?

16. Cronograma de Atividades e Marcos

#	Atividade	Início (mês)	Término (mês)
1	Reunião com especialistas da Vale para alinhamento de expectativas	Mês 1	Mês 1
2	Visita técnica para conhecimento do problema	Mês 2	Mês 2
3	Aquisição de imagens a serem utilizadas durante a implementação e testes controlados	Mês 2	Mês 2
4	Análise das possíveis soluções a serem propostas	Mês 3	Mês 5
5	Estudo dos métodos a serem utilizados	Mês 6	Mês 9
6	Implementação do principais métodos	Mês 10	Mês 11
7	Testes dos métodos implementados nas imagens adquiridas	Mês 12	Mês 13
8	Escolha dos métodos mais promissores e elementos do wayside a serem inspecionados	Mês 14	Mês 14
9	Reunião com a equipe da Vale para apresentação dos resultados obtidos e possível realinhamento de expectativas.	Mês 14	Mês 14
10	Desenvolvimento mais aprofundado e melhorias nos algoritmos para inspeção e medição dos elementos escolhidos	Mês 15	Mês 17
11	Testes in loco	Mês 18	Mês 19
12	Análise dos resultados dos experimentos in loco e propostas de melhorias	Mês 20	Mês 21
13	Novo teste in loco	Mês 22	Mês 22
14	Reunião com a equipe da Vale para apresentação dos resultados finais e conclusão do projeto.	Mês 23	Mês 23
15	Entrega de códigos e resultados para a Vale	Mês 24	Mês 24

17. Produtos e Entregas

#	Produto	Descrição	Mês de Entrega	Responsável
1	Relatório técnico parcial 01	Relatório contendo as possíveis soluções a serem propostas	Mês 5	Raquel e Clebeson
2	Prestação de contas financeiras parcial	Prestação de contas descrevendo a utilização dos recursos financeiros até o momento no projeto	Mês 10	Raquel
3	Relatório técnico parcial 02	Relatório contendo os algoritmos e testes preliminares com as imagens do banco de dados	Mês 14	Raquel e Clebeson
4	Algoritmos em desenvolvimento	Versão parcial dos algoritmos que já se encontram em funcionamento, mas ainda em desenvolvimento	Mês 14	Bolsistas de Mestrado, Apoio Técnico e IC
5	Relatório técnico parcial 03	Relatório contendo os algoritmos aprimorados e focados na inspeção dos elementos selecionados, além dos resultados dos testes feitos in loco na Vale	Mês 21	Bolsistas de Mestrado, Apoio Técnico e IC
6	Relatório técnico final	Resultados e documentação completa do projeto	Mês 23	Raquel e Clebeson
7	Algoritmos desenvolvidos	Versão final da solução desenvolvida para ser implantada na Vale	Mês 24	Raquel e Clebeson
8	Prestação de contas financeiras final	Prestação de contas descrevendo a utilização dos recursos financeiros do projeto	Mês 24	Raquel

18. Referências Bibliográficas da Pesquisa

JAIN, Anil K.; FARROKHANIA, Farshid. Unsupervised texture segmentation using Gabor filters. In: **1990 IEEE international conference on systems, man, and cybernetics conference proceedings**. IEEE, 1990. p. 14-19.

GONZALES, Rafael C.; WOODS, Richard E. Digital image processing. 2002.

HARTLEY, Richard; ZISSERMAN, Andrew. **Multiple view geometry in computer vision**. Cambridge university press, 2003.

VIOLA, Paul; JONES, Michael. Rapid object detection using a boosted cascade of simple features. In: **Proceedings of the 2001 IEEE computer society conference on computer vision and pattern recognition. CVPR 2001**. IEEE, 2001. p. I-I.

DALAL, Navneet; TRIGGS, Bill. Histograms of oriented gradients for human detection. In: **2005 IEEE computer society conference on computer vision and pattern recognition (CVPR'05)**. IEEE, 2005. p. 886-893.

HARALICK, Robert M.; STERNBERG, Stanley R.; ZHUANG, Xinhua. Image analysis using mathematical morphology. **IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence**, n. 4, p. 532-550, 1987.

BISHOP, Christopher M. et al. **Neural networks for pattern recognition**. Oxford university press, 1995.

RUSSELL, Stuart J.; NORVIG, Peter. Artificial Intelligence: A Modern Approach. 2016.

ZAITOUN, Nida M.; AQEL, Musbah J. Survey on image segmentation techniques. **Procedia Computer Science**, v. 65, p. 797-806, 2015.

YANG, Luren et al. Methods to estimate areas and perimeters of blob-like objects: a comparison. 1994.

ILLINGWORTH, John; KITTLER, Josef. A survey of the Hough transform. **Computer vision, graphics, and image processing**, v. 44, n. 1, p. 87-116, 1988.

MARR, David; HILDRETH, Ellen. Theory of edge detection. **Proceedings of the Royal Society of London. Series B. Biological Sciences**, v. 207, n. 1167, p. 187-217, 1980.

ZIOU, Djemel et al. Edge detection techniques-an overview. **Pattern Recognition and Image Analysis C/C of Raspoznavaniye Obrazov I Analiz Izobrazhenii**, v. 8, p. 537-559, 1998.

19. Orçamento Detalhado e Cronograma de Desembolso

Preencha o formulário em excel com detalhamento do orçamento e cronograma de desembolso do projeto.

20. Informações Adicionais

Principais equipamentos já existentes necessários ao projeto (máximo de 5)*

Item	Quantidade	Local
Servidor com GPU para processamento	2	Laboratório da UFES
Notebook para trabalho em campo	1	Laboratório da UFES
Computador desktop	1	Laboratório da UFES

*Este campo será utilizado para fins de registro.

Auxílio recebido ou solicitado a outras entidades para o projeto (indicar moeda)*

Entidade	Valor solicitado	Valor aprovado

*Bolsas de pesquisa, recursos financiados por agências de fomento, entre outros.

21. Anexos

#	Anexo	Descrição
1	Formulário de Orçamento	Formulário detalhado do orçamento da proposta de projeto de P&D
2		
3		
4		
5		

22. Assinaturas

Preparado por:

Raquel Frizera Vassallo

Aprovado por:

Guilherme Kallemback