|  |
| --- |
| UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  INSTITUTO DE CIENCIAS EXATAS E APLICADAS  CELSO HENRIQUE ASSIS SILVA  DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO E SISTEMAS |
| **MELHORIA NA LOGÍSTICA DE DESLOCAMENTO E NA PRODUTIVIDADE DAS COLABORADORAS DA EQUIPE DE LIMPEZA NA mINA CAUÊ EM iTABIRA** |
| João Monlevade  2023 |

|  |
| --- |
| CELSO HENRIQUE ASSIS SILVA |
| **MELHORIA NA LOGÍSTICA DE DESLOCAMENTO E NA PRODUTIVIDADE DAS COLABORADORAS DA EQUIPE DE LIMPEZA NA mINA CAUÊ EM iTABIRA** |
| Monografia apresentada ao curso Sistemas de Informação do Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas, da Universidade Federal de Ouro Preto, como requisito parcial para aprovação na Disciplina “Trabalho de Conclusão de Curso II”.  Orientador: George H. G. da Fonseca  Coorientador: Samuel Souza Brito |
| João Monlevade  2023 |

Ficha catalográfica: elaborada pela biblioteca (opcional para TCC)

Será impressa no verso da folha de rosto e não deverá ser contada.

|  |  |
| --- | --- |
|  | UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E APLICADAS  COLEGIADO DE … |

##### ATA DE DEFESA

Aos XX dias do mês de XXXXXXXX de 20XX, às XX horas e YY minutos, no [local da defesa], foi realizada a defesa de Monografia pelo aluno **[nome completo do aluno],** sendo a Comissão Examinadora constituída pelos professores: Prof. [titulação máxima abreviada e nome completo], Prof. [titulação máxima abreviada e nome completo] e Prof. [titulação máxima abreviada e nome completo]. O candidato apresentou a monografia intitulada: *“[título da monografia]”.* A comissão examinadora deliberou, por unanimidade, pela aprovação do candidato, concedendo-lhe o prazo de 15 dias para incorporação no texto final das alterações sugeridas. Na forma regulamentar, foi lavrada a presente ata que é assinada pelos membros da Comissão Examinadora e pelo formando.

João Monlevade, XX de XXXXXXXX de 20XX.

Prof. [titulação máxima abreviada e nome completo]

Professor Orientador/Presidente

Prof. [titulação máxima abreviada e nome completo]

Professor Convidado

Prof. [titulação máxima abreviada e nome completo]

Professor Convidado

[nome completo do aluno]

Formando

**DEDICATÓRIA**

\*\*\*A Dedicatória é opcional\*\*\*

**AGRADECIMENTOS**

Agradecimentos é opcional

\*\*\* A epígrafe é opcional \*\*\*

**RESUMO (obrigatório)**

**Palavras-chave:**

**ABSTRACT (obrigatório)**

**Mesmas características do resumo citadas acima.**

**Keywords:**

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - Mais informação ver guia de normalização do SISBIN

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Mais informação ver guia de normalização do SISBIN

**LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Mais informação ver guia de normalização do SISBIN

LISTA DE ABREVIATURAS

SIGLA – NOME COMPLETO

SUMÁRIO

[1 Introdução 14](#_Toc157961284)

[1.1 Problema 15](#_Toc157961285)

[1.2 Objetivos 15](#_Toc157961286)

[1.2.1 Objetivo geral 15](#_Toc157961287)

[1.2.2 Objetivos específicos 15](#_Toc157961288)

[1.3 Justificativa 16](#_Toc157961289)

[1.4 Estrutura do trabalho 16](#_Toc157961290)

[2 Referencial teórico 18](#_Toc157961291)

[2.1 Pesquisa Operacional 21](#_Toc157961292)

[2.2 Programação Linear 22](#_Toc157961293)

[2.3 Linguagem de programação Python 24](#_Toc157961294)

[2.4 Trabalhos correlatos 25](#_Toc157961295)

[3 Metodologia 26](#_Toc157961296)

[4 Apresentação e análise dos Resultados 28](#_Toc157961297)

[5 Conclusões 29](#_Toc157961298)

[Referências 30](#_Toc157961299)

1 Introdução

A mineração é uma das atividades mais importantes para o desenvolvimento econômico de um país, mas também apresenta diversos desafios relacionados à eficiência e segurança operacional. Nesse sentido, a logística de deslocamento das equipes de limpeza, que atuam em ambientes exigentes e complexos, desempenha um papel crucial no funcionamento da mina.

A programação linear é uma metodologia matemática poderosa e amplamente aplicada na resolução de problemas complexos de otimização. Essa abordagem é particularmente útil em contextos onde é necessário maximizar ou minimizar uma função linear, sujeita a um conjunto de restrições lineares (Dantzig, 1963). A aplicação da programação linear transcende diversos campos, desde a logística e planejamento de produção até o gerenciamento de recursos e a tomada de decisões estratégicas em ambientes empresariais e industriais (Hillier & Lieberman, 2001).

No contexto da indústria de mineração, a eficiência operacional e a segurança são de suma importância. A logística de deslocamento, em particular, é um aspecto crítico que afeta diretamente a produtividade. A programação linear oferece uma estrutura robusta para modelar e resolver problemas de otimização relacionados ao deslocamento e à alocação de recursos, permitindo a implementação de soluções que podem significativamente melhorar a operacionalidade e a segurança nas minas (Coffman & Leung, 1996).

A aplicabilidade da programação linear na otimização da logística de deslocamento é evidenciada pela capacidade de modelar de forma eficiente as complexidades inerentes aos ambientes de mineração, como a distribuição de tarefas, a alocação de equipes e a minimização dos tempos e custos de deslocamento. Essa metodologia permite a criação de modelos que refletem as realidades operacionais das minas, facilitando a identificação de soluções ótimas para a distribuição e alocação de tarefas dentro de restrições operacionais específicas (Taha, 2007).

Além disso, as colaboradoras que integram a equipe de limpeza desempenham um papel fundamental na manutenção da higiene e segurança nas instalações da mina. Suas atividades envolvem a limpeza de áreas críticas, o que requer atenção aos detalhes e rigor nos procedimentos. Para que essas profissionais possam desempenhar suas funções de maneira eficaz, é necessário que sejam oferecidas condições adequadas de trabalho.

Neste artigo, exploraremos como a programação linear pode ser aplicada para melhorar a logística de deslocamento e a produtividade das colaboradoras da equipe de limpeza na Mina Cauê, em Itabira. Através de uma análise criteriosa e da aplicação de modelos de programação linear, propondo soluções que visam otimizar o deslocamento das colaboradoras, reduzindo o esforço e o tempo desnecessário, e consequentemente, aumentando a eficiência operacional das profissionais envolvidas.

## 1.1 Problema

A Mina Cauê, localizada em Itabira, enfrenta desafios significativos relacionados à logística de deslocamento e à produtividade das colaboradoras da equipe de limpeza. Esses desafios podem impactar negativamente a eficiência operacional, gerando consequências para a qualidade do trabalho desenvolvido na mina.

Questão Problema:

Diante dos desafios identificados na logística de deslocamento e na produtividade das colaboradoras da equipe de limpeza na Mina Cauê, em Itabira, a questão problema que orienta este trabalho é:

"Como implementar melhorias na logística de deslocamento e na produtividade das colaboradoras da equipe de limpeza, visando aumentar a eficiência operacional e o bem-estar das profissionais na Mina Cauê através da programação linear?"

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo geral

Consiste em utilizar programação linear para otimização, melhoria da logística e a alocação das colaboradas da equipe de limpeza, a fim de aumentar a produtividade, diminuir o esforço e deslocamento desnecessário, visando aumentar a eficiência operacional, a satisfação das profissionais e, consequentemente, os resultados da mina.

### 1.2.2 Objetivos específicos

1. Realizar o levantamento da periodicidade de limpeza e sujidade de cada ambiente.
2. Verificar o efetivo disponível e a distribuição por turno.
3. Medir a metragem de cada área e realizar uma distribuição paritária.
4. Quantificar a distância percorrida por cada oficial de limpeza.
5. Criar um cronograma de limpeza embasado nos dados levantados acima e propor soluções e recomendações concretas para aprimorar a logística de deslocamento das colaboradoras dentro da mina, considerando a redução do tempo gasto nas atividades de deslocamento e a melhoria das condições de trabalho, visando a potencialização da produtividade da equipe de limpeza na Mina Cauê em Itabira.

## 1.3 Justificativa

A indústria de mineração é um dos pilares fundamentais para o desenvolvimento econômico e social de um país, representando um setor estratégico que demanda alta eficiência e produtividade. Nesse contexto, a logística de deslocamento e a produtividade das colaboradoras da equipe de limpeza desempenham um papel crítico no funcionamento seguro e eficaz da Mina Cauê em Itabira.

A logística de deslocamento refere-se à movimentação das colaboradoras entre diferentes pontos da mina para realizar as atividades de limpeza. Investigações revelam que uma logística de deslocamento bem planejada pode impactar positivamente a produtividade da equipe e otimizar a utilização do tempo disponível.

Além disso, as condições de trabalho oferecidas à equipe de limpeza exercem influência direta na motivação, bem-estar e desempenho das colaboradoras. Um ambiente laboral propício à realização das tarefas da equipe de limpeza pode contribuir para a prevenção de acidentes, redução do absenteísmo e aumento da qualidade do trabalho executado.

A relevância deste estudo reside no fato de que a Mina Cauê enfrenta desafios específicos na logística de deslocamento e produtividade da equipe de limpeza, e uma análise criteriosa dessas questões pode trazer benefícios significativos à operação da mina. Ao propor melhorias nessas áreas, a empresa pode alcançar ganhos consideráveis em termos de eficiência, segurança, satisfação dos colaboradores e redução de custos operacionais.

Ademais, é importante destacar que o tema da melhoria na logística de deslocamento e produtividade das colaboradoras na indústria de mineração ainda apresenta lacunas em termos de pesquisas e práticas consolidadas. Portanto, o presente trabalho se torna relevante também como contribuição ao conhecimento científico e ao campo de gestão de operações, fornecendo diretrizes para aprimorar o desempenho da equipe de limpeza na Mina Cauê e potencialmente servindo de referência para outras empresas do setor.

## 1.4 Estrutura do trabalho

O artigo está estruturado da seguinte forma: na seção 2, será apresentada a revisão bibliográfica, abordando conceitos e estudos relevantes sobre logística de deslocamento e produtividade na indústria de mineração. Na seção 3, serão descritas as metodologias de pesquisa utilizadas. A seção 4 apresentará os resultados obtidos e as propostas de melhoria. Por fim, na seção 5, serão discutidas as conclusões do estudo e suas contribuições para a indústria de mineração e para a área de gestão de operações.

Em síntese, este trabalho pretende oferecer um panorama abrangente sobre a logística de deslocamento e a produtividade das colaboradoras da equipe de limpeza na Mina Cauê, destacando sua importância estratégica e propondo soluções fundamentadas para otimização desses processos, contribuindo, assim, para o desenvolvimento da indústria mineral em Itabira.

.

2 Referencial teórico

## 2.1 Pesquisa Operacional

A Pesquisa Operacional (PO) é uma disciplina interdisciplinar que se dedica ao desenvolvimento e aplicação de métodos quantitativos para a resolução de problemas complexos relacionados a processos de decisão em organizações e sistemas. Seu objetivo é otimizar o desempenho de sistemas e processos, buscando soluções eficientes e eficazes para problemas envolvendo a alocação de recursos, planejamento, programação, controle, entre outros.

De acordo com Andrade (2015), a Pesquisa Operacional é uma área que surgiu durante a Segunda Guerra Mundial, sendo aplicada inicialmente em contextos militares para auxiliar em estratégias e tomada de decisões. Com o tempo, seus métodos e técnicas foram expandidos para resolver problemas em diversas áreas como estratégia, finanças, logística, produção, marketing e vendas (Colin, 2019).

Segundo Arenales et al. (2007), a Pesquisa Operacional se baseia em modelos matemáticos e algoritmos para a resolução de problemas reais. Esses modelos matemáticos representam a estrutura dos sistemas estudados, enquanto os algoritmos são utilizados para encontrar soluções ótimas ou aproximadas para esses modelos. Dessa forma, a PO se torna uma poderosa ferramenta para a tomada de decisões em contextos complexos e incertos.

A aplicação da Pesquisa Operacional é ampla e diversificada. Marins (2011) destaca que ela pode ser utilizada em problemas de otimização de processos produtivos, como o planejamento da produção e a programação de máquinas e equipes de trabalho.

Em cenários de tomada de decisões estratégicas e táticas, a Pesquisa Operacional desempenha um papel crucial. Andrade (2015) aponta que a PO auxilia na definição de políticas e estratégias organizacionais, por meio da análise de cenários alternativos e da identificação de riscos e oportunidades.

Um dos principais conceitos da Pesquisa Operacional é a busca pela solução ótima, ou seja, o melhor resultado possível para um determinado problema, considerando todas as restrições e limitações envolvidas (Arenales et al., 2007). No entanto, em muitos casos, encontrar a solução ótima pode ser inviável em termos de tempo computacional. Por isso, é comum recorrer a métodos heurísticos e algoritmos de aproximação para obter soluções satisfatórias em tempo hábil (Colin, 2019).

## 2.2 Programação Linear

A Programação Linear (PL) é uma das principais técnicas da Pesquisa Operacional, utilizada para resolver problemas de otimização em que se busca encontrar a melhor solução possível para um determinado conjunto de restrições lineares e uma função objetivo linear. Seu desenvolvimento e aplicação têm se mostrado valiosos em diversas áreas, desde a indústria até a gestão de recursos.

Segundo Ahlert et al. (2014), a Programação Linear tem suas origens no trabalho pioneiro de George Dantzig na década de 1940, durante a Segunda Guerra Mundial. Dantzig propôs a formulação matemática de problemas de otimização com restrições lineares e função objetivo também linear, o que permitiu o desenvolvimento do método Simplex, um dos principais algoritmos para resolver esse tipo de problema.

A PL é especialmente útil em situações em que os recursos são escassos e é necessário tomar decisões sobre a alocação ótima de tais recursos. Belfiore e Fávero (2013) destacam que a Programação Linear é amplamente empregada em problemas de planejamento de produção, logística, distribuição, escalonamento de atividades, alocação de recursos financeiros, entre outros.

A formulação de um problema de Programação Linear envolve a definição de uma função objetivo a ser maximizada ou minimizada e um conjunto de restrições lineares que limitam as decisões a serem tomadas. Essa formulação é expressa matematicamente por meio de variáveis de decisão e coeficientes, representando as contribuições de cada variável para a função objetiva e para as restrições, respectivamente (Belfiore e Fávero, 2013).

Além do método Simplex, existem outras abordagens para resolver problemas de Programação Linear, como o método das duas fases, o método de pontos interiores e a programação linear inteira (Belfiore e Fávero, 2013). Cada método tem suas características próprias e pode ser mais adequado dependendo das características específicas do problema em questão.

## 2.3 Programação Linear Inteira

A Programação Linear Inteira (PLI) é uma técnica de otimização que expande os conceitos da programação linear para incluir restrições de integralidade nas variáveis de decisão. Isso significa que as variáveis em um modelo de PLI são restritas a assumir apenas valores inteiros, o que é particularmente útil em situações de tomada de decisão onde as soluções fracionárias não são práticas ou viáveis, como na alocação de recursos, agendamento de tarefas, e problemas de roteirização (Wolsey, 1998).

A PLI é fundamental em diversos campos de aplicação, desde logística e planejamento de produção até finanças e gerenciamento de projetos, devido à sua capacidade de modelar uma ampla gama de problemas de decisão discreta. Por exemplo, na indústria de mineração, a PLI pode ser usada para determinar o número ótimo de veículos necessários para o transporte de materiais, garantindo que apenas números inteiros de veículos sejam considerados (Nemhauser & Wolsey, 1988).

Um dos principais desafios da PLI é a complexidade computacional associada à busca de soluções ótimas, especialmente para problemas de grande escala. Isso ocorre porque, ao contrário da programação linear, onde a solução ótima reside em um vértice do poliedro de soluções factíveis, a PLI requer uma exploração mais abrangente do espaço de soluções, frequentemente recorrendo a métodos de enumeração, como o branch-and-bound e técnicas de relaxação para encontrar a solução ótima (Hillier & Lieberman, 2001).

Apesar desses desafios, avanços significativos foram feitos no desenvolvimento de algoritmos eficientes para resolver problemas de PLI. Solvers modernos, como o Gurobi e o CPLEX, utilizam uma combinação de técnicas de pré-processamento, heurísticas e métodos de corte para melhorar a eficiência e a velocidade na resolução de problemas de PLI, tornando-os viáveis para uma ampla gama de aplicações práticas (Gurobi Optimization, LLC).

A PLI desempenha um papel crucial na pesquisa operacional e na ciência da decisão, oferecendo uma ferramenta poderosa para modelar e resolver problemas de otimização discreta. Sua aplicabilidade a problemas do mundo real, onde as soluções devem ser expressas em termos de quantidades inteiras, faz da PLI uma técnica indispensável no arsenal de ferramentas de otimização.

## 2.4 Problema da alocação de equipes de trabalho

O desafio de alocar equipes de trabalho de forma eficaz é um problema comum em vários setores, incluindo a mineração, onde a eficiência operacional e a segurança são de extrema importância. A utilização de técnicas de programação linear é uma abordagem eficaz para resolver esses problemas de alocação, otimizando a distribuição de recursos humanos para atender a diversas necessidades e objetivos operacionais (Taha, 2007).

A relevância da análise e modelagem de sistemas na otimização de processos é destacada por AHLERT et al. (2014), que demonstram como a programação linear passo a passo pode ser aplicada para resolver problemas complexos de alocação e distribuição de tarefas. A aplicação desses conceitos ao problema de deslocamento das colaboradoras da equipe de limpeza pode ajudar a identificar soluções que aumentem a produtividade e melhorem as condições de trabalho.

O trabalho de Nogueira (2018) sobre a alocação de horários em instituições de ensino utilizando programação inteira destaca a adaptabilidade e eficácia da programação linear em diversos contextos operacionais. Essa flexibilidade sugere que técnicas semelhantes podem ser aplicadas com sucesso na otimização da logística de deslocamento na Mina Cauê, proporcionando uma abordagem sistemática para enfrentar os desafios identificados.

Ao continuar o desenvolvimento do referencial teórico, é essencial considerar a importância das tecnologias de informação e comunicação (TICs) e sua integração com os sistemas de gestão logística. Como indicado por Coffee (2006), a promoção e adoção de linguagens de programação como Python podem facilitar o desenvolvimento de soluções customizadas para problemas específicos de logística e otimização. A flexibilidade e a capacidade de Python para lidar com grandes volumes de dados e realizar cálculos complexos o tornam uma ferramenta adequada para modelar e resolver problemas de programação linear na indústria de mineração.

Ferreira (2016) oferece uma perspectiva interessante sobre a formulação de problemas complexos de agendamento, que pode ser aplicada à programação de tarefas de limpeza na mina. Adaptando esses modelos para o contexto específico da Mina Cauê, é possível desenvolver um cronograma otimizado que minimize os conflitos de agendamento e garanta a cobertura adequada de todas as áreas críticas.

Por fim, a contribuição de Andrade (2015) sobre métodos e modelos para análise de decisões em pesquisa operacional fornece uma base teórica sólida para entender como as técnicas de decisão quantitativa podem ser aplicadas para melhorar a logística e a produtividade. A aplicação desses princípios ao desafio enfrentado pela Mina Cauê pode levar a soluções inovadoras que beneficiem tanto a empresa quanto seus colaboradores.

## 2.5 Linguagem de programação Python

Python é uma linguagem de programação de alto nível, de código aberto, amplamente utilizada e apreciada por sua simplicidade, legibilidade e versatilidade. Ela foi desenvolvida no final da década de 1980 pelo programador holandês Guido van Rossum e desde então tem experimentado um crescimento notável em sua adoção e popularidade.

Segundo Sebesta (2000), Python pertence à categoria de linguagens de programação interpretadas, o que significa que o código-fonte não é diretamente traduzido para código de máquina. Em vez disso, um programa conhecido como interpretador lê e executa o código-fonte diretamente, o que facilita o desenvolvimento, a depuração e a execução de programas.

Uma das principais características que tornam Python atraente é sua sintaxe clara e concisa. Ela foi projetada com foco na legibilidade do código, utilizando uma abordagem que enfatiza o uso de espaços em branco significativos, eliminando a necessidade de muitos caracteres especiais e tornando o código mais próximo da linguagem natural (Kay, 2005).

Python possui uma grande biblioteca padrão que fornece uma vasta gama de módulos e funcionalidades prontas para uso, o que facilita o desenvolvimento de programas sem a necessidade de reescrever funções comuns. Essa extensa biblioteca padrão é frequentemente elogiada por sua abrangência e contribui para a eficiência no desenvolvimento de projetos (Sebesta, 2000).

Outra vantagem de Python é sua portabilidade, permitindo que programas escritos em Python sejam executados em diferentes sistemas operacionais sem a necessidade de modificação significativa do código-fonte. Essa característica é especialmente útil em projetos multiplataforma (Coffee, 2006).

A linguagem Python é usada em uma variedade de domínios, desde o desenvolvimento web até a análise de dados e inteligência artificial. Sua comunidade ativa de desenvolvedores e a disponibilidade de recursos e documentação tornam mais fácil aprender e dominar a linguagem (Kay, 2005).

Python tem sido amplamente adotada por empresas e organizações, desde startups até grandes corporações, devido à sua eficiência, facilidade de uso e capacidade de integração com outras linguagens de programação. Seu crescente ecossistema de pacotes e frameworks também contribui para sua popularidade entre desenvolvedores (Coffee, 2006).

Em resumo, Python é uma linguagem de programação versátil, legível e de fácil aprendizado, que tem sido amplamente adotada por sua eficiência e portabilidade. Seu crescimento contínuo e a presença em diversas áreas, desde o desenvolvimento web até a ciência de dados, consolidam seu status como uma das linguagens de programação mais relevantes e populares na atualidade (Sebesta, 2000).

## 2.6 Gurobi

O Gurobi Optimizer é uma ferramenta avançada de solução de problemas de otimização que suporta uma ampla gama de modelos matemáticos, incluindo programação linear, programação inteira mista e programação quadrática. Reconhecido por sua capacidade de resolver problemas complexos de forma eficiente, o Gurobi é particularmente útil para problemas de grande escala que são desafiadores para outros solvers. Sua integração com várias linguagens de programação, como Python e C++, facilita a modelagem e a solução de problemas de alocação de equipes em contextos industriais.

No contexto específico da Mina Cauê, o Gurobi pode ser empregado para formular e resolver o problema de alocação de equipes de limpeza. O modelo de otimização pode incluir variáveis de decisão representando a atribuição de equipes a diferentes áreas da mina, restrições que asseguram a cobertura adequada de todas as áreas essenciais, sem sobreposição de turnos ou excedendo a capacidade da equipe, e uma função objetivo projetada para minimizar o tempo total de deslocamento ou equilibrar a carga de trabalho entre as equipes (Hillier & Lieberman, 2001).

Para aplicar o Gurobi ao problema de alocação, inicialmente, define-se matematicamente o problema, incluindo as variáveis de decisão, restrições e a função objetivo. Essas definições são então traduzidas para o formato que o Gurobi pode processar, utilizando uma linguagem de programação suportada. Após a formulação do problema, o solver Gurobi é utilizado para encontrar a solução ótima, que representa a alocação de equipes que melhor atende aos critérios estabelecidos, dentro das restrições definidas (Arenales et al., 2007).

A implementação do Gurobi para solucionar o problema de alocação na Mina Cauê traz várias vantagens, incluindo a habilidade de manejar a complexidade e escala do problema, a flexibilidade para adaptar o modelo conforme as mudanças nas condições ou objetivos operacionais, e a eficiência em identificar soluções ótimas que podem resultar em melhorias significativas na eficiência operacional.

## 2.5 Trabalhos correlatos

3 Metodologia

A condução deste estudo seguirá uma abordagem de pesquisa qualitativa e quantitativa, com o intuito de obter uma compreensão abrangente e aprofundada dos desafios enfrentados na logística de deslocamento e na produtividade das colaboradoras da equipe de limpeza na Mina Cauê em Itabira. A metodologia adotada será embasada nas diretrizes propostas por Gil (2017), proporcionando rigor científico à pesquisa.

**1. Tipo de Pesquisa:**

Será empregada uma pesquisa exploratória para compreender melhor os fatores que impactam a logística de deslocamento e a produtividade das colaboradoras da equipe de limpeza na Mina Cauê. Essa etapa permitirá uma análise inicial do problema, possibilitando a identificação de variáveis importantes para a condução do estudo em profundidade.

**2. Coleta e análise de Dados:**

Utilizou-se de uma planilha Excel contendo o cronograma de limpeza predial da mina Cauê em Itabira. Neste cronograma, continham todas as áreas que deviam ser limpas, a metragem de cada área, a periodicidade de limpeza por dia, os turnos e colaboradores disponíveis na mina.

também, realizou-se uma pesquisa em campo e acrescentamos ao cronograma o tempo que cada área leva para ser limpa e o tempo de deslocamento entre todos os prédios da mina Cauê.

E para a análise dos dados, criou-se um modelo matemático utilizado em programação linear e estamos gerando uma alocação mais inteligente da equipe. Para isso, criamos um programa de computador utilizando a linguagem Python, o solver Gurobi e a biblioteca Pandas, que recebe os dados em formato Excel e nos permite fazer a análise e manipulação desses dados.

**4. Proposta de Melhorias:**

Com base nos resultados da análise, serão propostas melhorias na alocação das colaboradoras, visando melhoria na logística de deslocamento e produtividade da equipe de limpeza. As recomendações serão fundamentadas nas boas práticas da indústria, aliadas aos resultados obtidos na pesquisa, garantindo assim uma abordagem sólida e aplicável ao contexto específico da Mina Cauê.

**5. Avaliação das Propostas:**

As propostas de melhorias serão submetidas à avaliação e validação por parte da Gerência de Faciliteis. Essa etapa é fundamental para garantir a viabilidade e aceitação das soluções propostas, bem como para ajustar e adaptar as sugestões de acordo com as particularidades da mina (Gil, 2017).

**6. Relatório Final:**

Ao final do estudo, será elaborado um relatório técnico-científico, seguindo as normas de formatação exigidas para artigos acadêmicos, contendo uma descrição detalhada da metodologia adotada, os resultados obtidos, as propostas de melhorias e a discussão sobre as implicações práticas dessas soluções para a Mina Cauê em Itabira.

Em suma, a metodologia adotada neste estudo seguirá as recomendações de Gil (2017), combinando abordagens qualitativas e quantitativas para investigar a logística de deslocamento e produtividade das colaboradoras da equipe de limpeza na Mina Cauê, visando a identificar oportunidades de otimização e propor melhorias que contribuam para o aprimoramento da eficiência operacional.

4 Apresentação e análise dos Resultados

5 Conclusões

# Referências

ABMLP. Associação Brasileira do Mercado de Limpeza Profissional. Disponível em: http://www.abralimp.org.br/modulos/noticias/descricao.php?cod=1142 mercado de limpeza profissional no Brasil. Acesso em 25 de julho de 2023.

AHLERT, F. ; CAMARGO, L. F. R. ; LACERDA, D. P. ; LIMA, P. N. ; RODRIGUES, L. H. Pesquisa Operacional - Programação Linear Passo a Passo , São Leopoldo, Editora Unisinos, 2014.

ANDRADE, E. L. Introdução à pesquisa operacional : métodos e modelos para análise de decisões, 5 ed. Rio de Janeiro, LTC, 2015.

ARAUJO. Welberth Heider Magalhães d. Um modelo de Programação Linear

ARENALES, M. ; ARMENTANO, V. ; MORABITO, R. ; YANASSE, H. Pesquisa operacional, 8 ed. Rio de Janeiro, Elsevier Editora Ltda, 2007.

BALLOU, Ronald H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos logística empresarial. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

BELFIORE, P. ; FÁVERO, L. P. Pesquisa Operacional para cursos de Engenharia, Rio de Janeiro, Elsevier Editora Ltda , 2013.

BERTAGLIA, Paulo Roberto. Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento. São Paulo: Saraiva, 2006.

COFFEE, Peter. Promoting Python. E-week, March, 6, 2006.

COFFMAN, E. G., & LEUNG, J. Y.-T. (1996). Combinatorial Optimization. John Wiley & Sons.

COLIN, E. C. Pesquisa Operacional: 170 Aplicações em Estratégia, Finanças, Logística, Produção, Marketing e Vendas, 2 ed. São Paulo, Editora Atlas Ltda, 2019.

DANTZIG, G. B. (1963). Linear Programming and Extensions. Princeton University Press.

DORNIER, Philippe Pierre. Logística e Operações Globais. São Paulo: Atlas, 2000.

FERREIRA, Luis Gustavo Moura. Formulações para agendamento de competições esportivas. Universidade Federal de Ouro Preto. João Monlevade, 2016. Disponível em: <http://professor.ufop.br/sites/default/files/george/files/tcc_luiz_ferreira.pdf>. Acesso em 27 de julho de 2023.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. - São Paulo : Atlas, 2002.

GUROBI OPTIMIZATION, LLC. *Gurobi Optimizer Reference Manual*. 2019.

HILLIER, F. S., & LIEBERMAN, G. J. (2001). Introduction to Operations Research. McGraw-Hill.

Inteira para o Problema de Controle de Estoque Mínimo. Universidade Federal de Ouro Preto. João Monlevade, 2022.

KAY, Russell. Python. Computerworld, 09 maio 2005. Disponível em: http://www.computerworld.com.au/index.php/id;826423396;fp;2;fpid;523913170. Acesso em: 27 de julho de 2023.

MARINS, F. A. S. Introdução à Pesquisa Operacional, São Paulo , Cultura Acadêmica, 2011.

NEMHAUSER, G. L., & WOLSEY, L. A. (1988). *Integer and Combinatorial Optimization*. John Wiley & Sons.

NOGUEIRA, Leonardo de Souza. Um modelo de programação inteira para a alocação de horários do instituto de ciências exatas e aplicadas da Universidade Federal de Ouro Preto. Universidade Federal de Ouro Preto. João Monlevade, 2018.

PIRES, Silvio R.I. Gestão da Cadeia de Suprimentos: conceitos, práticas e casos ñ supply chain management. São Paulo: Atlas, 2004.

SEBESTA, Robert W. Conceitos de Linguagens de Programação. Trad. José Carlos Barbosa dos Santos. Porto Alegre: Bookman, 2000.

TAHA, H. A. (2007). Operations Research: An Introduction. Prentice Hall.

WOLSEY, L. A. (1998). *Integer Programming*. Wiley-Interscience.