



ALUIZIO XAVIER NETO

**REGRESSÃO LINEAR PARA PREDIÇÃO DA PROGRAMAÇÃO DIÁRIA DO
DESCARREGAMENTO DE VAGÕES NO CORREDOR NORTE**

Vitória, ES

2023

ALUIZIO XAVIER NETO

**REGRESSÃO LINEAR PARA PREDIÇÃO DA PROGRAMAÇÃO DIÁRIA DO
DESCARREGAMENTO DE VAGÕES NO CORREDOR NORTE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Tecnológico Vale, como parte dos requisitos para obtenção do título de especialista em Sistemas Inteligentes com Ênfase em Ciências de Dados.

Área de concentração: Mineração

Orientador: Jodelson Aguilar Sabino, Ph.D.

Coorientador: Gustavo Pessin, Ph.D

Vitória, ES

2023

Título: REGRESSÃO LINEAR PARA PREDIÇÃO DA PROGRAMAÇÃO DIÁRIA DO DESCARREGAMENTO DE VAGÕES NO CORREDOR NORTE
Classificação: () Confidencial () Restrita (X) Uso Interno () Pública

Informações Confidenciais - Informações estratégicas para o Instituto e sua Mantenedora. Seu manuseio é restrito a usuários previamente autorizados pelo Gestor da Informação.

Informações Restritas - Informação cujo conhecimento, manuseio e controle de acesso devem estar limitados a um grupo restrito de empregados que necessitam utilizá-la para exercer suas atividades profissionais.

Informações de Uso Interno - São informações destinadas à utilização interna por empregados e prestadores de serviço.

Informações Públicas - Informações que podem ser distribuídas ao público externo, o que, usualmente, é feito através dos canais corporativos apropriados.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação(CIP)

X17r

Xavier Neto, Aluizio
Regressão linear para predição da programação diária do descarregamento de vagões no corredor Norte. Aluizio Xavier Neto... [et al.] - Ouro Preto, MG: ITV, 2023.

47 p.: il.

Monografia (Especialização latu sensu) - Instituto Tecnológico Vale, 2023.
Orientador: Jodelson Aguilar Sabino
Coorientador: Gustavo Pessin

1. Análise Avançada Preditiva. 2. Planejamento. 3. Descarregamento de Vagões. I. Sabino, Jodelson Aguilar. II. Pessin, Gustavo. III. Título.

CDD.23. ed. 629.892

Aluizio Xavier Neto

**PREDIÇÃO DA PROGRAMAÇÃO DIÁRIA PARA O DESCARREGAMENTO
NO CORREDOR NORTE**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Tecnológico Vale, como parte dos requisitos para obtenção do título de especialista *lato sensu* em [Sistemas Inteligentes: Ênfase em Ciência de Dados].

Orientador: Prof. D.Sc. Jodelson Aguiar Sabino

Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em 14 de dezembro de 2023 pela banca examinadora constituída pelos professores:

Prof. D.Sc. Jodelson Aguiar Sabino
Orientador – Vale

Prof. D.Sc. Eduardo Costa de Carvalho
Membro interno – Instituto Tecnológico Vale

D.Sc. Izabela Batista da Silva
Membro externo – Vale

Prof. MSc. Jacó Dias Domingues
Membro interno – Instituto Tecnológico Vale

Os Signatários declaram e concordam que a assinatura será efetuada em formato eletrônico. Os Signatários reconhecem a veracidade, autenticidade, integridade, validade e eficácia deste Documento e seus termos, nos termos do art. 219 do Código Civil, em formato eletrônico e/ou assinado pelas Partes por meio de certificados eletrônicos, ainda que sejam certificados eletrônicos não emitidos pela ICP-Brasil, nos termos do art. 10, § 2º, da Medida Provisória nº 2.200-2, de 24 de agosto de 2001 (“MP nº 2.200-2”).



PROTOCOLO DE ASSINATURA(S)

O documento acima foi proposto para assinatura digital na plataforma Portal de Assinaturas Vale. Para verificar as assinaturas clique no link: <https://vale.portaldeassinaturas.com.br/Verificar/A1CA-3F7D-BB60-09C1> ou vá até o site <https://vale.portaldeassinaturas.com.br:443> e utilize o código abaixo para verificar se este documento é válido. The above document was proposed for digital signature on the platform Portal de Assinaturas Vale. To check the signatures click on the link: <https://vale.portaldeassinaturas.com.br/Verificar/A1CA-3F7D-BB60-09C1> or go to the Website <https://vale.portaldeassinaturas.com.br:443> and use the code below to verify that this document is valid.

Código para verificação: A1CA-3F7D-BB60-09C1



Hash do Documento

223D3D85F7CB08CF8AE6A7FA16C62D34993084C0D00CF8DC50F852394F64216A

O(s) nome(s) indicado(s) para assinatura, bem como seu(s) status em 27/02/2024 é(são) :

☒ Eduardo Costa de Carvalho (Signatário) - em 20/02/2024 11:26 UTC-03:00

Tipo: Assinatura Eletrônica

Identificação: Por email: eduardo.costa.carvalho@itv.org; Código de acesso: 1

Evidências

Client Timestamp Tue Feb 20 2024 11:26:06 GMT-0300 (Hora padrão de Brasília)

Geolocation Latitude: -1.4394732 Longitude: -48.4706147 Accuracy: 14037.226165057325

IP 200.133.48.66

Hash Evidências:

B1EF82A3DB4A293FEB066653EF4C8AAF690EAF37E9472F4E21E8CAAC30D85E1

☒ Jodelson Aguilar Sabino (Signatário) - 793.799.077-53 em 15/02/2024 15:48 UTC-03:00

Tipo: Assinatura Eletrônica

Identificação: Por email: jodelson.sabino@vale.com; Código de acesso: 1

Evidências

Client Timestamp Thu Feb 15 2024 15:48:13 GMT-0300 (Brasilia Standard Time)

Geolocation Latitude: -20.2780911 Longitude: -40.2878309 Accuracy: 16.587

IP 177.133.163.196

Hash Evidências:

4FA567387ADEB74FAAC96D40EA1560C4CB38A9AA0485240E510D0C7157D2F360

☒ Izabela Batista da Silva (Signatário) - em 15/02/2024 15:20 UTC-03:00

Tipo: Assinatura Eletrônica

Identificação: Por email: izabela.batista.silva@vale.com; Código de acesso: 1

Evidências

Client Timestamp Thu Feb 15 2024 15:20:51 GMT-0300 (Horário Padrão de Brasília)

Geolocation Latitude: -19.968001444120826 Longitude: -43.96166590680308 Accuracy: 104

IP 191.185.78.150

Hash Evidências:

FA3FC5321EAB888F4687FB04F36FC4C2D9A6BA2BA5B05BD837BF4EA78F34AAF6

☑ Jacó Dias Domingues (Signatário) - 112.250.696-10 em 15/02/2024 14:26 UTC-03:00

Tipo: Assinatura Eletrônica

Identificação: Por email: jaco.domingues@itv.org; Código de acesso: 1

Evidências

Client Timestamp Thu Feb 15 2024 14:26:30 GMT-0300 (Horário Padrão de Brasília)

Geolocation Latitude: -21.998421 Longitude: -47.8973876 Accuracy: 13.456

IP 177.34.169.17

Hash Evidências:

0DFE1629A2F54D8332A7A6FA61CAEDE1DDE41080EEEA7A4E78F504566CA108



Dedico este trabalho à minha esposa Amanda que auxiliou para que eu pudesse me dedicar aos estudos na especialização e à minha filha Alice que compreendeu minha ausência em alguns momentos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por abençoar meu caminho, concedendo saúde e vigor para trilhar os meus propósitos.

Agradeço aos meus familiares por todas as orações, à minha esposa e filha pela compreensão, incentivo e amor.

Agradeço aos meus professores e amigos de profissão por todo empenho, dedicação e conhecimento compartilhado.

RESUMO

A constante busca por processos otimizados, sustentáveis e competitivos na indústria global de mineração, tem levado ao aprimoramento do planejamento da programação diária de descarregamento de vagões no porto de Ponta da Madeira em São Luís no Maranhão. No entanto, a falta de aderência entre a programação diária e o que realmente acontece tem sido um desafio. Neste contexto, este estudo se concentrou em melhorar essa aderência por meio da aplicação de técnicas de aprendizado de máquina, utilizando a metodologia CRISP-DM. Através do tratamento adequado dos dados e utilização de dados correlatos foi possível analisar modelos eficientes para o conjunto de dados, com a utilização da Regressão Linear foi constatado um desempenho satisfatório para o negócio, que consiste em manter o erro médio abaixo de 5%, contribuindo para elevar a aderência às programações. Após execução do modelo de predição e realização da validação cruzada, o modelo de regressão linear apresentou resultado de 0,93 para indicador de erro quadrado médio e 1,97 para o indicador de erro percentual absoluto médio, garantindo uma boa acurácia para os valores apresentados pelo preditor e o que é realizado.

Palavras-chave: Análise avançada preditiva. Planejamento. Descarregamento de Vagões.

Fase da Cadeia: Porto.

ABSTRACT

The constant pursuit of optimized, sustainable, and competitive processes in the global mining industry has led to the improvement of daily wagon unloading scheduling planning at the Ponta da Madeira port in São Luís, Maranhão. However, the lack of adherence between the daily schedule and what actually happens has been a challenge. In this context, this study focused on improving this adherence through the application of machine learning techniques, using the CRISP-DM methodology. By properly treating the data and using correlated data, efficient models for the dataset were analyzed. The use of Linear Regression showed satisfactory performance for the business, which consists of keeping the average error below 5%, contributing to increasing adherence to schedules. After executing the prediction model and performing cross-validation, the linear regression model presented a result of 0.93 for the mean squared error indicator and 1.97 for the mean absolute percentage error indicator, ensuring good accuracy for the values presented by the predictor and what is performed.

Keywords: Advanced predictive analysis. Planning. Unloading of Wagons.