

ESTUDO DA EFICÁCIA DOS DRENOS VERTICAIS: Adaptados para vagões do tipo Gôndola

Julberto Seabra^{1*}

¹ MRS Logística S/A, Avenida Brasil, 2001 – Centro, CEP 36060-010, Juiz de Fora / MG

e-mail: julberto.seabra@mrs.com.br

Resumo

Esse projeto será realizado em uma empresa ferroviária, mais especificamente na MRS Logística S/A, com sua base localizada em Juiz de Fora/MG, operando entre os estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo e com acessos aos grandes portos brasileiros, como: Rio de Janeiro, Itaguaí e Santos. Atualmente, a mesma, transporta cerca de 20% de tudo que o país exporta e um terço de todas as cargas transportadas no Brasil. Sua gama de produtos transportados é bem variada, contudo, o trabalho será direcionado ao transporte de minério de ferro por vagões do tipo: GDT e GDU, pois, o material transportado não pode apresentar acúmulo de água aparente em sua descarga e para que se garanta essa efetividade, são utilizados drenos nos vagões, porém, não estão surtindo o efeito esperado, ocasionando retrabalhos e perdas financeiras. Assim, o presente trabalho tem por objetivo identificar, analisar e desenvolver alternativas para redução do volume de água aparente encontrado no descarregamento, visando a otimização do minério livre de água para exportação. Para análise, foi definido a utilização de drenos verticais que apresentam menor custo inicial de implementação, em relação às alternativas apresentadas, outras metodologias de secagem, assim como pontos de observação no carregamento, uniformizando a carga. Como resultado, espera-se: aumentar a produtividade do ciclo de descarga do virador, potencializar o processo de secagem, reduzir a quantidade de água no minério embarcado, certificando a possibilidade de chegar ao porto dentro do limite exigido e ganho financeiro e de produção com a redução de varetagem nos vagões.

Palavras-Chaves: Vagões. Redução de água aparente. Dreno Vertical. Minério de ferro.

1. INTRODUÇÃO

A empresa em estudo é voltada para transporte ferroviário de carga possuindo aproximadamente 6% da estrutura nacional brasileira, nos quais são transportados cerca de um terço de toda a produção do país. Detém cerca de 20% da frota ferroviária nacional, em torno de 20 mil vagões e aproximadamente 800 locomotivas. Dos tipos de cargas transportadas o minério de ferro se destaca em volume, sendo utilizado principalmente o vagão do tipo gôndola GDT, cuja frota aproxima-se de 10 mil vagões.

Como melhoria a empresa vem buscando alternativas na redução do acúmulo de água livre nos vagões do tipo GDT, principalmente no transporte de minério de ferro, onde os pontos mais críticos encontrados são: no momento do carregamento, onde o minério já pode vir muito úmido ou em chuvas no trajeto, pelo motivo desses vagões deixarem a carga exposta ao tempo. Caso não haja nenhum artifício para drenar essa água, a

mesma pode ocasionar problemas no momento da descarga ou retrabalhos como varetagem dos drenos entupidos ou recheio do material que fica preso dentro do vagão após descarga.

Nesse sentido, o trabalho tem por objetivo principal analisar e desenvolver alternativas para redução da quantidade de água transportada juntamente com o minério, desde o seu carregamento nas minas localizadas no estado de Minas Gerais, até o seu descarregamento nos viradores localizados nos terminais dos portos do Rio de Janeiro.

Seu objetivo secundário é reduzir o tempo utilizado para descarregamento do minério nos viradores, aumentar a capacidade útil transportada nos vagões, além de visar um aumento dos lucros recebidos.

A ideia do dreno de coluna nasceu da observação e avaliação por vários anos dos

resultados da drenagem dos vagões através dos drenos e furos de cabeceira. O acompanhamento da situação da água livre mostrou que a poça se fazia presente nos cantos dos vagões em função da forma de carregamento do minério e do fato da existência de espaço entre um filtro e outro ou entre um furo e outro. Inicialmente a proposta seria instalar os filtros na vertical e em maior quantidade assim ficaria menos espaço entre um filtro e outro. Logo em seguida, se deu a ideia de fazer um filtro contínuo partindo do fundo até a borda, instalado no canto para gerar um vão por onde pudesse drenar a água sem interferir na cabeceira. Outro ponto é que partindo do fundo do vagão poderia ajudar na drenagem quando o vagão estivesse vazio e expulsar logo no carregamento. O sistema de gaveta foi idealizado para facilitar a troca em caso de substituição e melhor adaptar as deformidades das caixas velhas. Estando montado no canto pode-se inclusive fazer retrolavagem durante a descarga.

As conclusões desse estudo são de fundamental importância, pois a escolha do melhor método para tratamento desse problema gerará impactos estratégicos e financeiros nos próximos anos para a empresa.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo Souza e Santos (2012) os produtos existentes para esta aplicação são dispostos seguindo uma geometria plana da superfície de drenagem, limitando o tamanho da área superficial de drenagem, acarretando um desempenho abaixo do exigido. Outro inconveniente é o material utilizado na confecção destes drenos, que não garantem precisão dimensional das fendas de drenagem, ocorrendo com isso o entupimento das mesmas. Outro fator limitante é a sua forma de fixação, que utiliza como princípio a pressão exercida por quatro rebites existentes no suporte de fixação sobre a peça. Desta maneira, variações dimensionais de ambos os componentes (dreno e/ou suporte) ocasionam a má fixação do dreno e conseqüentemente o seu desacoplamento.

2.1 Drenos de Água

Segundo Zaidan e Fernandes (2009) drenagem é um termo que provém do francês *drainage* e que faz referência a ação

e ao efeito de drenar. Este verbo, por sua vez, significa assegurar a saída de líquidos ou da excessiva umidade através de canos (canalização), tubos ou ralos. Para a engenharia e o urbanismo, a drenagem é o sistema de tubagens interligadas que permite expulsar os líquidos pluviais ou de outro tipo. A drenagem sanitária é aquela que leva os dejetos líquidos das moradias ou fábricas até às plataformas depuradoras, onde se realiza um tratamento para que o líquido possa ser despejado num canal de água e continue a desenvolver-se o ciclo hidrológico.

2.2 Vagão tipo Gôndola

Mais comumente utilizado pela MRS Logística S.A., o mesmo serve para transporte de granéis sólidos e produtos diversos que podem ser expostos ao tempo, abaixo, na Figura 1, mostra-se um esquema de um vagão tipo gôndola.

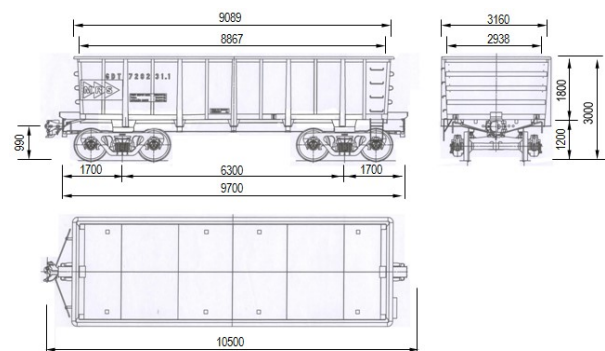


Figura 1 – Esquema de um vagão tipo gôndola.

Nesse trabalho só serão considerados os vagões do tipo GDT, ou seja, vagões do tipo gôndolas, para descarga em viradores de vagão – VV, de bitola de 1600 mm com o peso bruto máximo de 130.000 kgf.

2.3 Drenos de água nos vagões

A princípio, com a necessidade de se escoar a água que era acumulada nos vagões que transportam o minério, foi elaborado o método de furos nas cabeceiras dos vagões para que os mesmos permitissem que a água livre fosse escoada, contudo, foi verificado que os mesmos não são eficazes, vindo a demorar muito para escoar a água e não permitindo que o minério transportado fosse entregue sem acúmulo de água. (MRS LOGÍSTICA, 2005).

Eram feitos 16 furos de 3/8" de diâmetro, em cada cabeceira do vagão, sendo 8 de cada lado e em diferentes alturas, conforme pode

ser visualizado na Figura 2. Além de 6 drenos de assoalho, que eram somente tubos, sendo 3 de cada lado do vagão.



Figura 2 – Primeiros drenos de água no vagão de minério.

Dreno PorVenture

Foi um tipo de dreno desenvolvido pela área de Engenharia, para atuar criando um vácuo no material transportado, no momento em que o vagão estiver em movimento, na tentativa de eliminar a água aparente no mesmo.

Esse dreno era instalado na lateral inferior de cada vagão, como pode ser visualizado na Figura 3, aproveitando assim a gravidade a seu favor enquanto estivesse em movimento, contudo, esse tipo de dreno não se mostrou eficaz pela grande frequência de acúmulo de material dentro do mesmo, entupindo e o tornando ineficaz para o objetivo que foi criado.



Figura 3 – Dreno PorVenture.

Drenagem à vácuo por caminhão tanque

Uma das tentativas para retirada da água aparente nos vagões foi à elaboração de um caminhão tanque com a capacidade de 18.000 litros, junto com uma bomba de aspiração de líquidos que possuía a potência de 16.000 litros/hora, onde na entrada da

bomba era utilizado um adaptador em formato de Y, permitindo a utilização de duas mangueiras em conjunto, com a bitola de 2x1/2" e na ponta de cada mangueira foi adaptado um bocal de 40cm de largura que permitia uma maior aspiração da água superficial.

Dessa forma, o serviço poderia ser realizado em dois vagões simultâneos, com o tempo médio de 10 minutos para cada vagão aspirar aproximadamente 3,36m³. Para realizar esse tipo de serviço, eram necessários 5 colaboradores para aspirar 2 vagões ao mesmo tempo ou 3 colaboradores para apenas um vagão aspirado por vez.

Porém, por ser um caminhão e não possuir acesso, nem proximidade a linha férrea, dificultava muito a realização do serviço proposto, além do custo para utilização e a capacidade de armazenamento no caminhão e descarte sem causar danos ao meio ambiente, esses foram os fatores que levaram a não utilização dessa ferramenta.

Drenos com calha defletora

Atualmente os vagões GDT em atividade na MRS Logística S.A., são compostos por 6 drenos instalados no assoalho do vagão, onde são distribuídos 3 de cada lado do assoalho e 8 drenos localizados nas cabeceiras, distribuídos de forma que ficam 4 drenos em cada cabeceira, em alturas diferentes, na Figura 4, pode-se verificar como os mesmos ficam distribuídos no vagão, visando escoar a água em qualquer ponto.



Figura 4 – Drenos nas cabeceiras.

Esses tipos de drenos acabam mostrando baixa eficiência devido a constantes entupimentos e dificuldades na limpeza e manutenção pelo acúmulo de minério de ferro nos mesmos, além de uma baixa vida útil, acarretando assim em bolsões de água aparente, sendo necessários serviços de

retrabalho, como: varetagem, recheio e redescarga.

Novos drenos de água

Além de se observar, que os modelos atuais de drenos utilizados pela MRS, não são eficientes na redução do volume de água livre dos vagões, impactando o processo de carregamento de navios e empilhamento, geram-se perdas financeiras e não atendem ao exigido pela empresa.

Com isso, está em análise um novo sistema com drenos verticais, que procuram proporcionar maior eficiência na drenagem da água. Com a participação de fornecedores de materiais de poliméricos, foram desenvolvidos filtros planos em aço inox e polímero de alta resistência para aplicação nos drenos de fundo e de coluna com furação mais espaçadas para instalação nas cabeceiras dos vagões de forma a se obter uma melhor drenagem durante o carregamento e ao longo da viagem reduzindo assim a quantidade de água livre que chega ao destino.

A instalação de filtro de coluna com furos oblongos mais abertos e espaçamento menores elimina a formação de lâmina presente no sistema atual e facilita a drenagem da água de chuva e água intrínseca gerada no processo de lavra. A instalação de filtros planos rente ao fundo reduz a formação de lâmina d'água nos vagões vazios e reduz os riscos de quebra durante a limpeza ou realização de recheio de minério agregado pós descarga.

Manteve-se a estrutura dos drenos na parte do assoalho do vagão, alterando-se somente o modo de instalação nas cabeceiras, retirando os 8 drenos nas cabeceiras dos vagões e aplicando-se somente 4 chapas nos cantos dos mesmos, garantindo a resistência mecânica e os altos impactos que

o sistema necessita, conforme visualizado na Figura 5. Fabricado em sistema de gaveta simplificando a manutenção e limpeza dos mesmos. (MRS LOGÍSTICA, 2017).



Figura 5 – Dreno vertical na lateral do vagão.

3. METODOLOGIA

Os métodos utilizados no presente artigo foram ferramentas para análise do impacto em que cada ocorrência/causa pode impactar desde o carregamento até a descarga do minério de ferro nos viradores de vagões – VVG. Essas causas foram levantadas e avaliadas juntamente com as áreas responsáveis pela inspeção desses ativos e analisados pelas ferramentas de causas e efeitos: Matriz GUT, Matriz SWOT.

Levou-se em consideração o transporte do minério de ferro em vagões do tipo GDT, desde o seu carregamento em Minas Gerais até o descarregamento no Rio de Janeiro, e maneiras de diminuir o retrabalho em varetagem e redescarga.

3.1 Matriz GUT

Aplicando-se a ferramenta GUT, obteve-se os seguintes problemas e/ou necessidades com os seguintes resultados, onde se atribuiu os valores e encontrou-se a umidade no minério como sendo o problema mais impactante no descarregamento do minério, conforme pode ser visto na Tabela 1.

Tabela 1 – Matriz GUT com os problemas identificados na descarga do minério.

Problemas/Necessidades	G	U	T	Produto
Água aparente no vagão	5	5	3	75
Contaminação de minério	2	4	1	8
Desacoplamento de vagões no virador	2	2	2	8
Aumento de capacidade por eixo	5	1	2	10
Fracionamento de trem	1	1	4	4
Corrosão na chapa de cabeceira de vagões	2	4	5	40

GUT - Água aparente no vagão	G	U	T	Produto
Redução da capacidade de carga do navio	5	5	5	125
Tempo de espera do navio (Quando o percentual de umidade ultrapassa o limite de 10,45% TML - Transportable Moisture Limit e varetagem)	5	5	5	125
Lucro cessante devido a tempo ocioso	5	5	5	125
Aceleração do processo de corrosão dos vagões	3	3	4	36
Carryback	3	2	2	12

Identificou-se então que os pontos mais alarmantes são: redução da capacidade de carga do navio Valemax, tempo de espera do

navio e o lucro cessante devido a tempo ocioso. Os mesmos atingiram o valor máximo proposto pela Matriz GUT.

3.2 Matriz SWOT

SWOT é uma sigla em inglês dos termos Strengths (pontos fortes), Weaknesses

(pontos fracos), Opportunities (oportunidades para o seu negócio) e Threats (ameaças para o seu negócio). Os pontos fortes e fracos, em geral, estão dentro da própria empresa, enquanto as oportunidades e as ameaças, na maioria dos casos, têm origem externa (NAKAGAWA, 2019). A partir dessa ferramenta foram definidos os seguintes itens para cada análise proposta, demonstrados pela Tabela 2:

Tabela 2 – Matriz SWOT.

Fatores internos	
Strength (Diferenciais internos - Forças)	Weakness (Deficiências internas - Fraquezas)
Pessoal capacitado	Tempo
Capacidade financeira	Custos de manutenção / implementação
Padrões de qualidade	
Fatores externos	
Opportunities (Oportunidades)	Threats (Ameaças)
Aumento de carga exportada	Risco ambiental
	Risco financeiro em caso de falha

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO

Após as análises efetuadas, identificou-se que o minério entra em contato com a água em dois momentos, um deles é no momento do carregamento onde o minério pode ser carregado juntamente com água ou com grande umidade em sua composição,

Já em outro momento, são as chuvas que podem ocorrer no trajeto por onde o trem irá circular e caso não seja drenada, essa água

irá se acumular criando bolsões na parte superior. Dessa forma, deve se levar em consideração o mapa com os dados climatográficos das regiões em que a composição irá passar, pois a mesma poderá ser atingida por grandes volumes pluviométricos. Com isso, nas Figuras 6 e 7 se apresentam as médias pluviométricas nos estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais, que é por onde o trem irá trafegar.

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura média (°C)	26.1	26	25.2	23.6	21.8	20.9	20.6	21	21.7	22.5	23.8	24.6
Temperatura mínima (°C)	22.3	22.4	21.7	20.1	18.2	17	16.7	17	18	19	20.3	21
Temperatura máxima (°C)	30	29.7	28.8	27.2	25.5	24.9	24.5	25	25.4	26.1	27.3	28.2
Chuva (mm)	149	147	147	130	93	58	55	59	76	103	116	145

Figura 6 – Dados climatográficos para a cidade do Rio de Janeiro, ClimateData.org.

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura média (°C)	22.9	22.6	21.9	20.2	18.2	17.1	17.7	19.3	21	21.9	22.1	21.5
Temperatura mínima (°C)	17.3	17	16.4	14.4	11.8	10	10.2	12.3	14.8	16.3	17	16.1
Temperatura máxima (°C)	28.5	28.3	27.5	26.1	24.7	24.3	25.2	26.4	27.3	27.5	27.2	27
Chuva (mm)	278	173	159	61	27	13	13	11	39	120	226	310

Figura 7 – Dados climatográficos para a cidade de Minas Gerais, ClimateData.org

Verifica-se que o período entre Outubro à Março, é comum para os dois locais e são os meses com maior volume de chuvas, com isso deve-se considerar esse período para melhor avaliar a eficiência dos novos drenos.

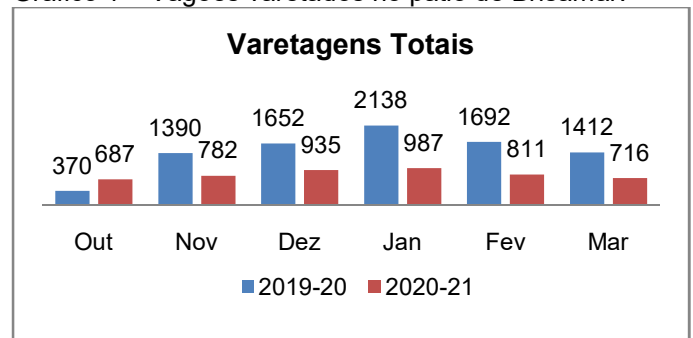
Como esses vagões não podem ser descarregados com o acúmulo de água livre nos viradores, executasse o serviço de varetagem nos vagões. O serviço de varetagem é executado quando é comprovado o acúmulo de água livre no vagão e os drenos não conseguem escoar esse volume encontrado, após essa comprovação, o trem segue até o pátio definido onde se encontra uma equipe para executar a desobstrução dos drenos de cabeceira e assoalho, essa desobstrução é realizada com uma barra de ferro onde é aplicada no interior dos drenos vindo a retirar qualquer partícula que venha entupir os mesmos, além dessa forma, as equipes também utilizam uma mangueira que serve para escoar a água dos vagões pelo método da gravidade.

O mesmo impacta no tempo em que o trem terá que ficar parado para a execução desse serviço, gerando um tempo ocioso, além de impactar no volume da carga transportada e não entregue ao cliente e a confiabilidade que se perde quando venha ocorrer alguns desses fatos.

Pelo Gráfico 1, observa-se a diferença na quantidade de vagões que sofreram varetagem no decorrer dos ciclos 2019-20 e 2020-21, que compreendem os meses de Outubro até Março. De todos os vagões que foram varetados, os que contém drenos

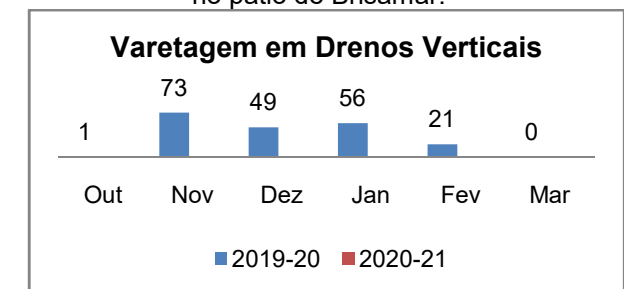
verticais só tiveram acúmulo de água na parte central do vagão, acarretado pelo minério ter sido carregado formando dois coroamentos, não permitindo que a água escoasse para as laterais do vagão, onde os drenos de cabeceira se mostraram mais eficazes, essa melhoria pode ser percebida no Gráfico 2, que trás a quantidade de varetagem realizada nos vagões modificados. Já os vagões com drenos de calha defletora, foram os que sofreram maior parte desse serviço. Nota-se que está havendo ocorrência desses tipos de serviços em vagões com diferentes tipos de drenos, mostrando que os vagões estão passando por chuvas no caminho percorrido.

Gráfico 1 – Vagões varetados no pátio de Brisamar.



Fonte: PATE, MRS Logística S.A., 2021.

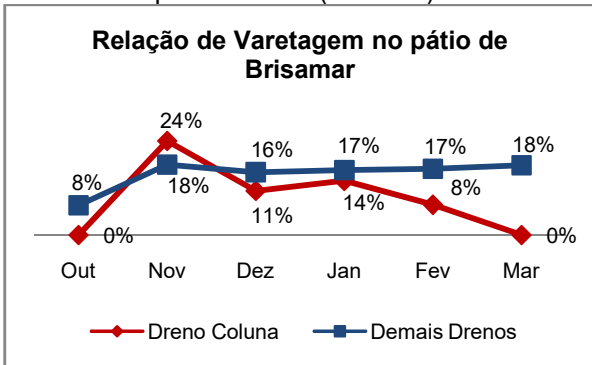
Gráfico 2 – Vagões com Drenos Verticais varetados no pátio de Brisamar.



Fonte: PATE, MRS Logística S.A., 2021.

A partir dos dados de varetagem apresentados, começa-se a observar uma melhor eficiência na drenagem da água nos vagões com os novos drenos que seguem em teste, pois, reduziu-se a quantidade de serviços nos vagões adaptados com esses drenos, o Gráfico 3 reafirma o potencial de eficiência da drenagem nos vagões com os drenos verticais.

Gráfico 3 – Relação de vagões com varetagem no primeiro ciclo (2019-20).



Fonte: MRS Logística S.A., 2021.

4.1 Acompanhamento no trecho dos vagões com drenos verticais

Os vagões com drenos verticais vem sendo monitorados a todo instante, para verificar se ocorrerá acúmulo de água aparente no minério transportado por eles, e nesses acompanhamentos foi possível comprovar a eficiência da drenagem, como por exemplo na Figura 8, o vagão foi fotografado após passar por chuvas no trajeto, além de estar chovendo no momento em que a foto foi retirada, podendo-se confirmar que não existe acúmulo de água aparente no interior do vagão.



Figura 8 – Vagão com dreno vertical, sem acúmulo de água.

Já em outro acompanhamento, foram encontrados vagões com drenos de calhas

defletoras e acúmulo de água aparente, sendo necessário nesses casos o serviço de varetagem no vagão. Pela Figura 9, nota-se esse acúmulo.



Figura 9 – Vagão com dreno convencional.

Caso o acúmulo de água aparente persistir até a composição chegar próximo ao terminal de descarga, se faz necessário a execução da varetagem nos drenos. Porém em muitos casos, os drenos acabam sendo avariados, seja pelo mal serviço ou o dreno acaba ficando muito entupido.

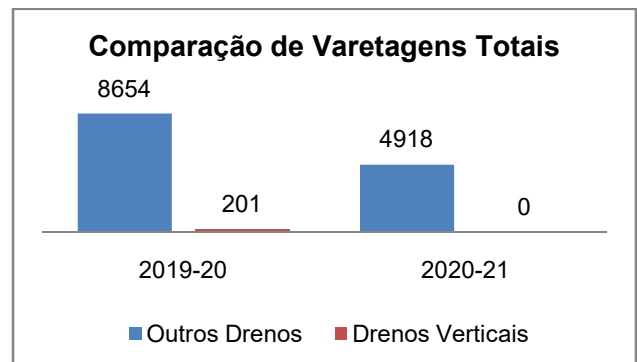
Pela Figura 10, podemos reparar um caso em que o dreno de cabeceira foi avariado.



Figura 10 – Dreno de cabeceira avariado.

Pensando nessas avarias, os novos drenos foram elaborados para serem mais resistentes a esforços físicos, principalmente o dreno constituído por aço inox, até mesmo em comparação com os drenos elaborados em polímeros.

4.2 Comparativo entre 2019-20 e 2020-21



Fonte: MRS Logística S.A., 2021.

Evidencia-se uma redução de 56% nas varetagens quando comparando todos os tipos de drenos, contudo, os drenos verticais se mostram mais eficientes, não necessitando passar por esse retrabalho, ou seja, menos custo e menos tempo aguardando para descarga. Esse ganho se deve pelo fator do carregamento ser realizado em coroamento único, fazendo com que a água escorra para as laterais e cabeceiras.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Conclui-se que os drenos verticais vêm apresentando melhores resultados na eliminação do volume de água aparente nos vagões que transportam minério de ferro para descarga nos terminais, em comparação aos outros tipos de drenagem. Além de potencializar o processo de secagem do minério, antes do seu descarregamento.

Verificou-se pela relação de ocorrências de varetagem, que os vagões modificados apresentaram melhores resultados do que os outros tipos de drenos, visto que para atingir esse resultado, os vagões devem ser carregados da forma com que o minério forme apenas um único coroamento, evitando assim o acúmulo de água na parte central do vagão, pois se mostra a melhor opção para atingir o objetivo proposto, aumentando assim a produtividade do ciclo entre o carregamento e a entrega do material, por reduzir o tempo utilizado nessas atividades, além do ganho financeiro com a diminuição dos retrabalhos.

Observou-se que no mês novembro/19, houve um maior volume de chuvas além do comum para essa época do ano nas regiões por onde a empresa opera, criando transtornos não somente para a operação ferroviária, mas também nas regiões em torno da ferrovia.

Recomenda-se que para uma maior efetividade dos drenos, no momento do carregamento, seja realizado apenas um coroamento, possibilitando o escoamento da água pelas laterais, onde o dreno se tornam-se mais eficazes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BASTOS, M. **Ferramentas da Qualidade** – Matriz Gut, 2014. Disponível em <http://www.portal-administracao.com/2014/01/matriz-gut-conceito-e-aplicacao.html>.
- [2] CARVALHO, C.P.; SENNA, N.N. **Planejamento Estratégico**. Estudo de caso no mercado de farmácia de manipulação. Enegep XXXV, Fortaleza 2015, anais.
- [3] MILITÃO, Francisco. **A importância da Estrada de Ferro Carajás na mineração**. Disponível em: <https://www.minasjr.com.br/a-importancia-da-estrada-de-ferro-carajas-na-mineracao/>. Acesso em: 02 set. 2019.
- [4] MRS LOGÍSTICA S/A (Brasil). Drenos em Vagões. 2005. Disponível em: <https://www.mrs.com.br/empresa/ferrovia-frota/>. Acesso em: 15 fev. 2020.
- [5] MRS LOGÍSTICA S/A (Brasil). Dreno Vertical. 2017. Disponível em: <https://www.mrs.com.br/empresa/ferrovia-frota/>. Acesso em: 15 fev. 2020.
- [6] NAKAGAWA, Marcelo. **Ferramenta: Análise SWOT**. Disponível em: https://m.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/ME_Analise-Swot.PDF. Acesso em 02/09/2019.
- [7] RODRIGUES, Kardilson Pereira; DIAS, Giovanni Augusto Ferreira. **SISTEMA DE DRENAGEM DE VAGÕES DE MINÉRIO UTILIZANDO DRENOS DE POLIURETANO**. In: SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA, 23., 2017, São Paulo. Workshop. São Paulo: Aeamesp, 2017. p. 1 - 13.
- [8] SOUZA, Anderson Guimarães de; SANTOS, Rodolfo Tomé dos. **Dreno côncavo para materiais granulados**. BR nº BR 20 2012 017095 2 U2, 11 jul. 2012, 11 dez. 2012. Disponível em: <https://www.escavador.com/patentes/73555/dreno-concavo-para-materiais-granulados>. Acesso em: 09 jan. 2019.
- [9] Z Aidan, Ricardo Tavares; FERNANDES, Nelson Ferreira. Zoneamento de susceptibilidade a escorregamentos em encostas aplicado à bacia de drenagem urbana do Córrego do Independência-Juiz de Fora (MG). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 10, n. 2, 2009.