

OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE COLETA DOS RESÍDUOS INDUSTRIAIS DA USINA E MINAS DO COMPLEXO MINERADOR DE FERRO DE CARAJÁS-PA¹

Marcelo Bustamante de Almeida²

Fransirley Modesto³

Paulo Marcelo Santos Marques Junior⁴

Andrea Moura Bernardes⁵

Resumo

Este trabalho estuda formas de otimizar a coleta dos resíduos industriais gerados pelas áreas da usina e minas situadas no complexo de minério de ferro de Carajás – PA. Para chegar ao objetivo proposto são aplicadas em conjunto tecnologias dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e estudos estatísticos. O Sistema de Informações Geográficas permite realizar, através da utilização do software arcview 9.0 e de imagens de satélites Ikonos, coleta de dados de campo, armazenamento dos dados relacionados à gestão da coleta, análise e integração geográfica da vetorização das rotas. Através dos estudos estatísticos planilhas serão alimentadas e analisadas quantitativamente e qualitativamente resultando assim numa melhor compreensão e tratamento das variáveis que influenciam a eficácia da coleta e o transporte dos resíduos gerados nas áreas. Com a utilização das ferramentas dos Sistemas de Informação Geográfica e as análises estatísticas é possível alcançar os melhores resultados e auxiliar as futuras tomadas de decisões relacionadas à gestão de coletas e praças de resíduos do Complexo Minerador de Carajás.

Palavras-chaves: Estudos estatísticos; Sistemas de informações geográficas; Coleta de resíduos; Resíduos industriais.

OPTIMIZATION OF THE INDUSTRIAL WASTE COLLECTION PROCESS FROM THE CARAJAS COMPLEX MINING

Abstract

This paper studies ways to optimize the collection of industrial waste generated by the plant and mining areas located in the complex of iron ore from Carajás - PA. To reach the proposed goal technologies of Geographic Information Systems and statistical studies are applied in conjunction. The Geographic Information System allows, through the use of Arc View 9.0 software and Ikonos satellite images, field data collection, data storage related to management of waste collection, analysis and integration of geographic vectorization routes. Through statistical studies worksheets are powered and analyzed quantitatively and qualitatively, thus resulting in a better understanding and treatment of the variables that influence the effectiveness of collection and transport of waste generated in the area. Using the tools of Geographic Information Systems and statistical analyzes it is possible to achieve the best results and help future decision-making related to management of waste collections and deposits of Carajás Complex Mining.

Key words: Statistical studies; Geographic information systems; Waste collection; Industrial waste.

¹ Contribuição técnica ao 68^o Congresso Anual da ABM - Internacional, 30 de julho a 2 de agosto de 2013, Belo Horizonte, MG, Brasil.

² Eng. Ambiental, Eng. Pleno, CMD de Carajás, VALE, Parauapebas, PA, Brasil.

³ Turismo e Administração de Empresa, Supervisor, CMD de Carajás, VALE, Parauapebas, PA, Brasil.

⁴ Tec. Segurança Trabalho, Supervisor de Operações de Coleta, CLEAN, Parauapebas, SP, Brasil.

⁵ Engenheira Química, Professora, UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

A Província Mineral de Carajás está localizada na região sudeste do Estado do Pará, inserida principalmente nos municípios de Parauapebas, Canaã dos Carajás, e Curionópolis (Figura 1).

Possuindo uma geração média de 7 mil toneladas mês de resíduos industriais, a usina e minas de ferro de N4 e N5 possuem atualmente 72 praças de resíduos divididas em seis gerências gerais. Esses resíduos gerados a partir das operações da usina e minas são dispostos em praças de resíduos, coletados e destinados ao Central de Materiais Descartáveis (CMD) de Carajás.

O trabalho aborda, de uma maneira geral, o controle e monitoramento operacional utilizado na coleta de resíduos industriais, através de planilhas estatísticas, banco de dados e sistema de informação geográfica (SIG) durante o período compreendido entre julho de 2012 a fevereiro de 2013.

Através do SIG e em conjunto com os estudos estatísticos, propõe-se otimizar a gestão das coletas de resíduos através da obtenção de informações espaciais, criação de banco de dados e roteirização das coletas, de forma a alcançar os melhores resultados e auxiliar as futuras tomadas de decisões.

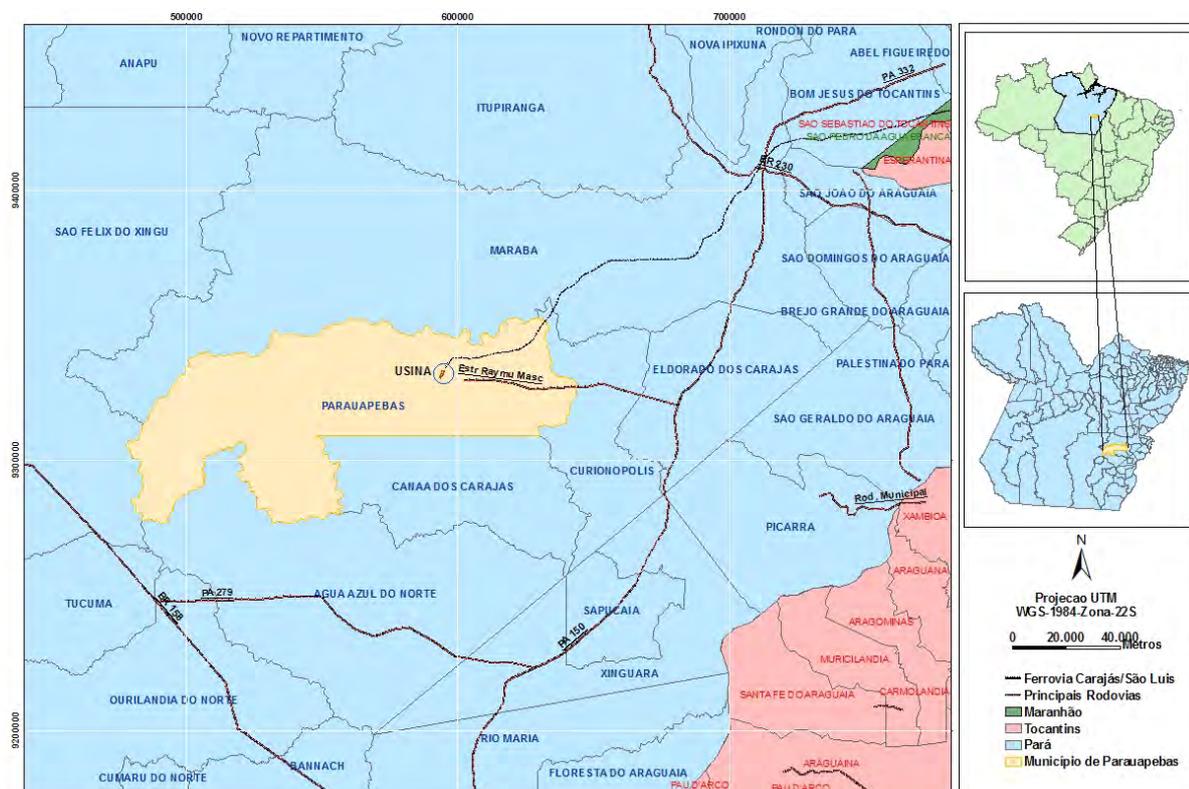


Figura 1. Mapa de Localização.

O recolhimento por uma solicitação (chamado Spot) acontece a partir de uma demanda extra ou atípica da área, na qual o funcionário solicita a coleta extra através de um chamado pelo sistema HP (sistema interno de chamados).

Para que o recolhimento de uma determinada área seja inserida no cronograma é preciso avaliar a geração do resíduo, local onde será armazenado (Ex: container de 5m³ ou de 7m³) para assim definir a periodicidade de recolhimento. Caso não haja necessidade de recolhimento em um período mínimo de uma coleta por semana, o cliente terá que solicitar a coleta através de chamado Spot.

Em 2011 e 2012 o CMD teve uma média de 4600 e 4780 respectivamente de recolhimentos por cronogramas nas praças de resíduos. Neste mesmo período 2011 e 2012 houve uma média de 2600 e 3000 respectivamente de recolhimentos por solicitação nas gerências geradoras de resíduos.

Para a operacionalização do sistema de coleta destes resíduos, o CMD atualmente conta com uma frota compreendida conforme tabela abaixo.

Tabela 1. Frota de veículos coletores dos resíduos indústrias

1 POLIGUINDASTE DUPLO	1 POLIGUINDASTE DUPLO	1MUNCK	1CARGA SECA
1 POLIGUINDASTE DUPLO	1 POLIGUINDASTE SIMPLES	1MUNCK	1CARGA SECA
1 POLIGUINDASTE DUPLO	1 POLIGUINDASTE SIMPLES	1MUNCK	1CARGA SECA
POLIGUINDASTE DUPLO	1 POLIGUINDASTE SIMPLES	1MUNCK	

Os caminhões poliguindaste recolhem os resíduos que são dispostos em caçambas estacionárias. Os caminhões carga seca recolhem os resíduos dispostos em sacos plásticos. Os caminhões muncks são utilizados principalmente para coleta de bombonas plásticas de até 1000l de óleo gerados pelas oficinas da usina e mina além também das caçambas estacionárias.

A coleta é desempenhada por motorista e coletor da empresa Clean, além de um técnico para supervisionar a operação.

2.2 SLAs/SLAs Reversos – Serviço de Apoio

Para medir a qualidade do processo de coleta de resíduos a empresa Vale implantou um modelo de atendimento que abrange o pilar SLA (Acordo de Nível de Suporte) e SLA Reverso (Planejamento e Conformidade com Padrões). O SLA (Acordo de Nível de Suporte) trata de um processo de suporte definido entre os clientes (área geradora de resíduos) e o Centro de Materiais Descartáveis (prestador dos serviços).

Cada SLA é definido em função de três aspectos:

- indicador de desempenho: métrica de mensuração do desempenho do serviço;
- critério de sucesso: critério que caracteriza o atendimento da expectativa do cliente para com o serviço; e
- patamar de atendimento: meta de percentual do indicador de desempenho que atinge o critério de sucesso pré-determinado.

Para serviços de apoio - processo de suporte “gestão de materiais descartados” tem-se os seguintes SLAs e SLAs Reversos.

Quadro 1. SLA e SLA Reverso

SLA e SLA Reverso	
Recolhimento no Prazo - Cronograma	▶ 96% de recolhimentos de cronograma realizados no prazo, respeitando o PRO7451, documento normativo referente ao transporte de resíduos de cada localidade
Recolhimento no Prazo - Spot	▶ 97% de recolhimentos spot realizados no prazo, respeitando o PRO7451, documento normativo referente separação, acondicionamento, transporte, armazenamento e disposição de resíduos

O SLA de “Recolhimento no Prazo” apresenta a seguinte métrica de cálculo:



Figura 3. Métrica cronograma. Fonte: CMD

Para atendimento ao cronograma é considerado “no prazo” se realizado no dia previsto. Para atendimento aos chamados spot é considerado no prazo a coleta realizada até dois dias úteis a partir da data solicitada pelo cliente.

2.3 Sistemas de Informações Geograficas (SIG)

Para estudo das técnicas de SIG foi utilizado o softwer Arc View 9.0. Os levantamentos foram executados na projeção Datam Horizontal South of América 1969 (SAD 69) e referenciado a partir da imagem de satélite IKONOS 2012.

Segundo Dantas⁽²⁾ et al. (1996), pode-se considerar o SIG como um tipo de Sistema de Informação, que envolve de forma sistêmica e interativa, banco de dados, tecnologia e pessoal, sendo capaz de realizar análises espaciais, armazenar, manipular, visualizar e operar dados georeferenciados para obtenção de novas informações.

Através do georreferenciamento, foi possível identificar os pontos de coleta pela própria imagem de satélite IKONOS. Em seguida um trabalho in situ forneceu a setorização completa de todas as praças de resíduos. Com a mesma imagem realizou-se a vetorização manual das rotas definindo a localização das vias de acesso e suas distâncias. Através da junção destes dados geraram-se um mapa fornecendo a localização geográfica das rotas de coletas, suas distâncias, praças de resíduos e as áreas geradoras.

2.4 Estudos Estatísticos

Para o sucesso do sistema de coleta dos resíduos, tanto a operação do CMD quanto as áreas geradoras precisam seguir o procedimento da empresa Vale (PRO 7451) sobre separação, acondicionamento, armazenamento e disposição de resíduo.

A coleta de dados das praças como a geração e o tipo de resíduos, sua estrutura física e as conformidades e não-conformidades relacionadas aos padrões exigidos pelos procedimentos operacionais da Vale é necessária para avaliação. Com a compilação destes dados é realizada a análise estatística que aponta as áreas que mais precisam se adequar aos procedimentos exigidos.

Para acompanhamento destes procedimentos são utilizadas planilhas contendo o desenvolvimento quantitativo e qualitativo das operações de coletas e praças de resíduos.

As planilhas estão divididas por conteúdos conforme:

Item 1 - recolhimento por cronograma: fornecem dados de número e nome da praça de resíduo, diretoria, gerência geral, gerência de área, coletas realizadas, tipo de resíduo, grupo de resíduos e formas de acondicionamentos (sacolas ou containeres de 240 lt, 1000 lt, 5m³ ou 7m³).

Item 2 - recolhimento conforme previsto em cronograma: indica que houve o recolhimento dos resíduos no cliente sem nenhuma alteração, conforme previsto no cronograma;

Item 0(zero) recolhimento previsto e a coleta não foi realizada: indica que a coleta estava prevista, porém por algum imprevisto da parte da empresa responsável, a mesma não ocorreu (ex: quebra de veículos)

Item 4 - foi recolher, porém não recolheu por estar fora do padrão correto de segregação: indica que neste dia a equipe de coleta foi até o local. No entanto não foi possível efetuar o recolhimento devido o resíduo estar fora do padrão correto de segregação;

Item 5 - foi recolher, recolheu, porém estava fora do padrão correto de segregação: Nesse caso a empresa responsável não conseguiu perceber o erro na segregação e recolheu o resíduo. No entanto no ato do descarrego desse material o CMD (Central de Material de Descarte) identificou e não recebe o resíduo. E com isso resulta num retrabalho, pois a equipe de coleta tem que retornar ao local para devolução do material e fica no aguardo para adequação, para que assim conclua o recolhimento em outro dia;

Item 6 - não recolheu por razões originadas do cliente: Esse item indica que a equipe de coleta foi ao local, mas ficou impossibilitado de concluir o recolhimento, devido alguma razão originada pela área geradora. (Ex: obstrução de área, baixa geração de resíduo, falta de MID); e

Item 7(sete) - Cancelamento do recolhimento acordado com o cliente: Esse item é usado para otimizar a elaboração do cronograma, para que a equipe de coleta não perca tempo indo a locais onde não geram mais resíduos. (Ex: canteiros de obras, postos móveis).

Estes indicadores são importantes, pois fornecem dados que apontam todas as conformidades e não conformidades que acabam impactando no cronograma diário de coleta.

3 RESULTADOS

Para esse capítulo são apresentados os resultados obtidos com a aplicação dos métodos utilizados nos itens 2.2 e 2.3.

Com a identificação e localização das praças de resíduos e a roteirização dos seus acessos criou-se novas rotas para a operação realizada pela frota dos caminhões coletores (Figura 4). Analisando os dados espaciais e confrontando o banco de dados gerado, percebeu-se que o maior ganho nas operações de coleta se deu através dos três caminhões carga seca. Mais do que qualquer outro caminhão de coleta pertencente à frota, o caminhão carga seca realiza em média 21 coletas por dia abrangendo assim maiores distâncias e quantidades de praças. Através da roteirização, conseguiu-se um melhor ajuste de quais pontos de coleta e qual a melhor rota a ser feita por cada um destes.

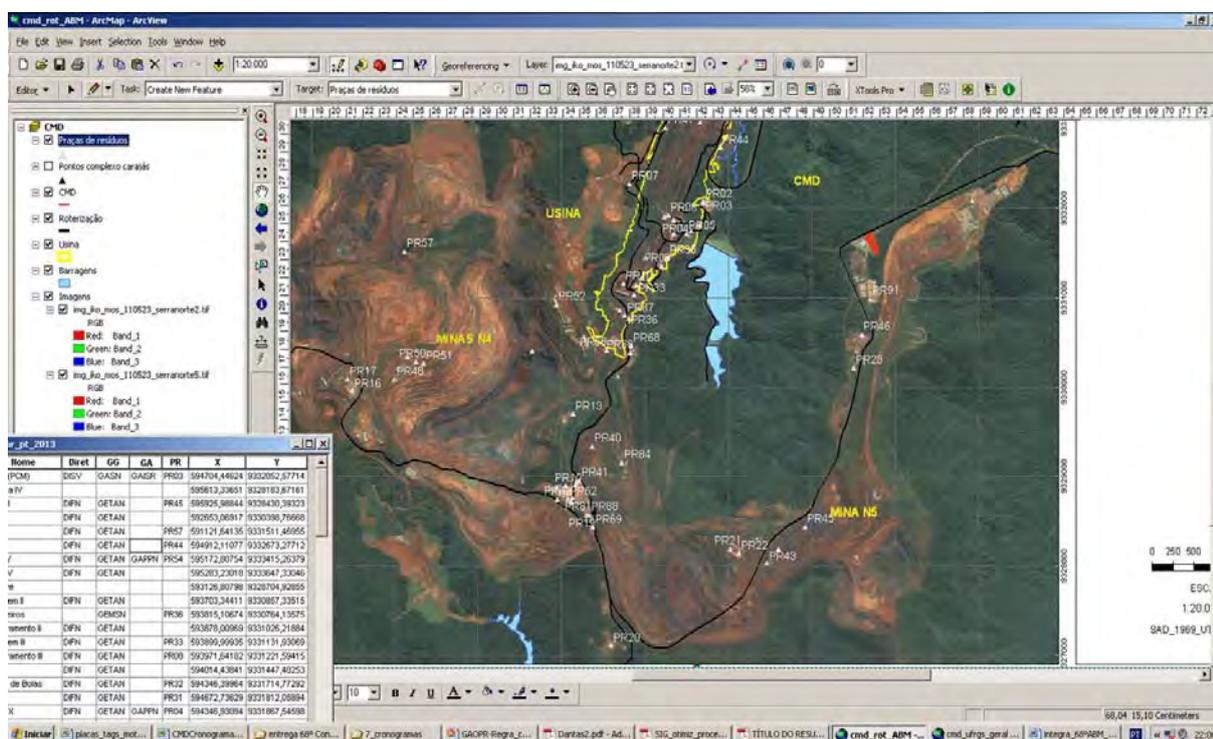


Figura 4. Mapa das praças e rotas.

Através dos estudos estatísticos dos números relacionados à quantidade e qualidade na operação da coleta dos resíduos, foram identificadas as praças nas quais houve mais de 50% do não recolhimento por baixa geração de resíduos. Os responsáveis destas áreas foram comunicados e suas coletas foram retiradas do cronograma. Em oito meses de estudos, 10 praças de resíduos foram retiradas do cronograma, sendo assim, 22 caçambas deixaram de ser recolhidas.

Através do acompanhamento estatístico foram relacionadas às praças que possuíam a maior quantidade do não recolhimento por segregação incorreta dos resíduos. Através desta informação, visitas técnicas foram realizadas fornecendo treinamento sobre segregação correta dos resíduos.

Conforme Tabela 2, no período estudado, houve uma diminuição gradual da porcentagem do não recolhimento de resíduo por baixa geração dos mesmos. Também é importante ressaltar a diminuição dos casos do não recolhimento nas praças por falta de segregação correta dos resíduos, ou seja, os responsáveis pelas

mesmas estão cada vez mais comprometidos com a política do processo e a importância do mesmo.

Tabela 2. Previsão de coletas e não recolhimento de resíduos

DATA	Período onde houve a coleta dos dados estatísticos						Período onde houve a continuação da coleta de dados estatísticos e sua utilização em conjunto aos estudos de geoprocessamento							
	jan/12	fev/12	mar/12	abr/12	mai/12	jun/12	jul/12	ago/12	set/12	out/12	nov/12	dez/12	jan/13	fev/13
Coletas previstas em cronograma	4748	4438	4855	4475	4960	4568	4925	4933	4375	4938	4461	4599	4750	4450
Não recolhimento por falta de segregação do resíduo	0,8%	1,0%	1,5%	0,7%	0,8%	0,9%	0,3%	0,3%	0,2%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Não recolhimento por baixa geração de resíduo	9,4%	8,8%	7,2%	6,7%	6,1%	6,2%	5,5%	4,9%	4,9%	3,5%	4,4%	4,3%	3,2%	2,6%

O comprometimento dos envolvidos possibilitou a abertura de novas praças de coletas para novos projetos que venham a ter em Carajás e também permitiu que os caminhões que faziam apenas coleta de cronograma possam agora realizar a coletas dos chamados spot.

4 DISCUSSÃO

A coleta de informações que alimentaram as planilhas estatísticas deu-se em janeiro de 2012. De julho a setembro do mesmo ano foi realizado os estudos de Geoprocessamento. Observando os números apresentados após este período, a partir de outubro de 2012 ficou evidenciado a melhora gradual na qualidade dos serviços prestados na operação das coletas de resíduos em Carajás. Juntas, as duas ferramentas utilizadas, estatística e geoprocessamento forneceram condições para mudar o quadro das operações de coletas. Entretanto, deve-se destacar que as aplicações destas ferramentas não dispensam o conhecimento dos condutores de coleta dos resíduos bem como a qualidade da frota dos caminhões coletores.

5 CONCLUSÕES

Com a melhoria nos resultados das operações e a consequente diminuição das praças de resíduos a serem coletadas em Carajás, recomendo a retirada dos três caminhões poli simples adquirindo apenas um caminhão poli duplo no lugar. Como podemos observar na Tabela 3 esta mudança implicará na redução de R\$ 17.783,18 mensais em equipamentos.

Tabela 3. Gastos por caminhão poliguindaste

Contrato Budget	Quantidade atual	Custo Unitário	Total
Caminhão Poliguindaste Simples	03	R\$ 12.088,92	R\$ 31.823,68
Caminhão Poliguindaste Duplo	01	R\$ 14.040,50	R\$ 14.040,50

Conforme pode se extrair na Tabela 4 a redução de 2 motoristas e 2 coletores trará uma redução significativa de mão de obra no valor de R\$ 13.548,00 por mês.

Com essa mudança a Vale conseguirá ter uma diminuição nas despesas do contrato de coleta de resíduos em R\$31.332,11 por mês.

Tabela 4. Gastos por função

Função	Salário	Qtd de Funcionários	ADICIONAIS POR FUNCIONARIO				Total
			Total Adicionais (R\$ / mês)	Encargos sobre Salário + Adicionais	Total Benefícios (R\$ / mês)	Total Unif/EPIs (R\$ / mês)	
Motorista veí. Pesados - guind.	R\$ 1.856,00	1	R\$ 363,60	R\$ 1.514,70	R\$ 710,95	R\$ 102,58	R\$ 4.347,83
Coletor de lixo	R\$ 635,21	1	R\$ 281,94	R\$ 687,86	R\$ 710,95	R\$ 110,68	R\$ 2.426,64

A vantagem do acompanhamento nas operações de coletas através do sistema de informação geográfica utilizado neste trabalho é a sua capacidade de recalculas as rotas de modo rápido caso haja alguma alteração no sistema (capacidade de carga dos caminhões coletores, distância das praças de resíduo, periodicidade de coleta, alteração do tráfego, entre outros).

Conclui-se que o software arcview bem como as planilhas estatísticas mencionadas neste trabalho são ferramentas que simplificam as operações de coleta de Carajás fornecendo instrumentos para as melhores tomadas de decisões.

Agradecimentos

A minha esposa Janaína Arcanjo pela motivação e companheirismo; aos meus amigos Leandro Jordy e Frabício Lucena; e a empresa Vale pelo apoio com os softwares e imagens de satélites utilizados neste trabalho.

REFERÊNCIAS

- 1 Lourenço, J; Aguiar A. (rev.03. 2012) PRO7451 - Separação, acondicionamento, transporte e disposição de resíduos, Vale, Carajás, pp. 01- 02.
- 2 Dantas, A.S.; Taco P.W.G. e Yamashita Y. (1996) Sistemas de Informação Geográfica em Transportes do Estado da Arte. Anais do X Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPET, Brasília, vol. 1, pp. 211-222.