

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE MINAS
METALURGIA E DE MATERIAIS

Marcelo Bustamante de Almeida

**OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE COLETA DOS RESÍDUOS INDUSTRIAIS DA
USINA E MINAS DO COMPLEXO MINERADOR DE FERRO DE CARAJÁS/PA.**

PARÁ
2014

Marcelo Bustamante de Almeida

**OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE COLETA DOS RESÍDUOS INDUSTRIAIS DA
USINA E MINAS DO COMPLEXO MINERADOR DE FERRO DE CARAJÁS/PA.**

**Dissertação submetida ao Programa
de Pós-Graduação em Engenharia
de Minas, Metalúrgica e de Materiais
da Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, como requisito
parcial à obtenção de título de
Mestre em Engenharia.**

Orientadora: Andrea Moura Bernardes

**Pará
2014**

AGRADECIMENTOS

À minha mãe e minha vó pelo exemplo de vida e caráter;

Ao meu pai que continua me ajudando mesmo após seu falecimento;

À minha esposa Janaina e meu filho Pedro Henrique pelo amor incondicional;

À minha Orientadora Andrea Moura Bernardes pela disponibilidade e auxílio;

Aos meus colegas de trabalho pelo companheirismo;

Ao Herbert Viana pela oportunidade de conquistar este trabalho.

Dedico este trabalho à VALE em reconhecimento ao crescimento profissional e pessoal na qual me foi proporcionado.

“A vida é o que lhe acontece, enquanto você está ocupado fazendo outros planos.”

John Lennon

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Mapa de Localização do distrito industrial de Carajás..... | 17 |
| Figura 2 – Mapa da Unidade de Conservação de Carajás..... | 18 |
| Figura 3 – Balança rodoviária da Central de Materiais Descartáveis (CMD)..... | 24 |
| Figura 4 – Fluxograma Modelo Gestão Global da VALE..... | 25 |
| Figura 5 – Pilares do Modelo Gestão Global da VALE..... | 26 |
| Figura 6 – Período para transações de custo..... | 27 |
| Figura 7 – Fluxo de Recolhimento por Cronograma..... | 29 |
| Figura 8 – Fluxograma de Recolhimento Esporádico..... | 30 |
| Figura 9 – Veículo coletor poli guindaste duplo..... | 33 |
| Figura 10 – Veículo coletor poli guindaste simples..... | 34 |
| Figura 11–Veículo coletor de carroceria (carga seca)..... | 34 |
| Figura 12 – Veículo coletor munck..... | 35 |
| Figura 13 – Veículo coletor garra..... | 35 |
| Figura 14 – Relatório autotrack..... | 37 |
| Figura 15 – Legenda da planilha de cronograma de coleta..... | 38 |
| Figura 16 – Componentes de um SIG..... | 43 |
| Figura 17 – Exemplo de um grafo..... | 45 |
| Figura 18 – Triângulos irregulares gerados a partir da triangulação de Delaunay..... | 48 |
| Figura 19 – Mapa aéreo de Localização do distrito industrial de Carajás..... | 51 |
| Figura 20 – Fluxograma da metodologia para roteirização de coleta dos resíduos.... | 52 |
| Figura 21 – Cronograma mensal de coleta de resíduos..... | 59 |
| Figura 22 – Mapa geral de setores e rotas de coleta..... | 62 |
| Figura 23 – Praças de coleta com registro no código 4 e 5 no ano de 2012/13..... | 65 |
| Figura 24 – Praças de coleta com registro no código 6 no ano de 2012/13..... | 66 |
| Figura 25 – Dados de não recolhimento para os códigos 4 e 5..... | 66 |
| Figura 26 – Gráfico da evolução do não recolhimento para os códigos 4 e 5..... | 67 |
| Figura 27 – Dados de não recolhimento para código 6..... | 67 |
| Figura 28 – Gráfico da evolução do não recolhimento para o código 6..... | 68 |
| Figura 29 – Sugestões para otimização do processo de coleta | 71 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Grupos de Resíduos do procedimento operacional PRO 7451 da VALE..... | 19 |
| Tabela 2 – Código de não coleta de resíduos pelo sistema autotrack..... | 36 |
| Tabela 3 – Relação resíduo & acondicionamento & veículo coletor | 54 |
| Tabela 4 – Geração dos resíduos nas principais Praças de Resíduos | 56 |
| Tabela 5 – Veículos coletores & rota | 63 |

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
CMD – Central de Materiais Descartáveis
CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
CSC – Centro de Serviço Compartilhado
DEM – Digital Elevation Model
EPI – Equipamento de Proteção Individual
FLONA – Floresta Nacional de Carajás
GABAN – Gerência de Área de Meio Ambiente
GAISR – Gerência de Serviços Gerais Ferrosos Norte
GIS – *Geographic Information System*
GPRS – Serviço de Rádio de Pacote Geral
GPS – Sistema de Posicionamento Global
GRSU – Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos
IBAM – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IG – Informação Geográfica
INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
LO – Licença de Operação
MDE – Modelos Digitais de Elevação
MDT – Modelos Digitais de Terreno
MID – Manifesto Interno de Descartáveis
MNT – Modelos Numéricos de Terreno
NBR – Norma Brasileira
PDI – Processamento Digital de Imagens
PNRS – Plano Nacional de Resíduos Sólidos
PRO – Procedimento Operacional
RADA – Relatório de Avaliação de Desempenho Ambiental
RFID – Radio-Frequency IDentification
RG – Registro de Garantia
RS – Resíduos Sólidos
SAD 69 – *South Americam Datum 1969*

SEDU – Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República

SGBD – Sistemas Gerenciadores de Bancos de Dados

SIG – *Sistema de Informação Geográfica*

SLA – Service Level Agreement

SR – Sensoriamento Remoto

TIN – *Triangulated Irregular Network*

TSP – Traveling Salesman Problem

UTM – Universal Transversa Mercador

WEB – Sistema Hipertextual que Opera Através da Internet

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 foram obtidas as melhores rotas de coleta para cada um dos veículos coletores, com as análises estatísticas foi possível conhecer e avaliar as principais dificuldades inerentes ao processo de coleta dos resíduos bem como identificar as praças que necessitavam de adequações. O estudo fomentou a inclusão de aproximadamente 75 caçambas/mês na operação de coleta e ao mesmo tempo diminuiu os custos do contrato de operação em R\$ 22.417,66/mês.

PALAVRAS-CHAVES: estudos estatísticos, sistemas de informações geográficas, coleta de resíduos, resíduos industriais.

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. By using the Geographic Information Systems tools was possible to obtain the best collection routes for each of the collecting vehicles and with statistical analysis was possible to know and evaluate the difficulties inherent to the waste collection process and identify places in need of adjustments. The study encouraged the inclusion of approximately 75 buckets / month in the collection operation and at the same time decreased the operating contract costs in R\$ 22.417,66 /month.

KEYWORDS: statistical studies, geographic information systems, waste collection, industrial waste.

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 11 |
| 1.1 Objetivos..... | 12 |
| 2. RESÍDUOS SÓLIDOS..... | 13 |
| 2.1 Definições de resíduos sólidos..... | 13 |
| 2.2. Classificação de resíduos sólidos..... | 15 |
| 3. RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS DE CARAJÁS..... | 17 |
| 3.1 Procedimento Operacional (PRO 7451)..... | 19 |
| 3.2 Manifesto Interno de Descartáveis (MID)..... | 23 |
| 3.3 Centro de Serviços Compartilhados (CSC)..... | 25 |
| 3.3.1 Apuração e Repasse de Custos..... | 27 |
| 3.3.2 SLA/SLA Reverso..... | 31 |
| 3.3.3 Relacionamento com os clientes internos..... | 32 |
| 3.4 Coletas dos resíduos Industriais de Carajás..... | 33 |
| 3.5 Sistemas autotranc..... | 36 |
| 3.6 Planilha de cronograma de coleta..... | 38 |
| 4. GEOPROCESSAMENTO E ANÁLISE ESPACIAL..... | 40 |
| 4.1 Sistemas de informação geográfica..... | 42 |
| 4.2 Roteirização..... | 44 |
| 4.3 Interpoladores espaciais..... | 46 |
| 4.4 Utilização de SIG na gestão e transporte de resíduos sólidos..... | 48 |
| 5. METODOLOGIA..... | 51 |
| 5.1 Definição de rotas de coleta através do Geoprocessamento..... | 52 |
| 5.2 Gestão das coletas através de planilhas estatísticas..... | 59 |
| 6. RESULTADOS | 62 |
| 6.1 Definição de rotas de coleta através do Geoprocessamento..... | 62 |
| 6.2Gestão das coletas através de planilhas de controle..... | 65 |
| 7.DISSCUSSÃO DOS RESULTADOS E RECOMENDAÇÕES DE OTIMIZAÇÃO..... | 69 |
| 8. CONCLUSÕES..... | 73 |
| 9. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS..... | 74 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 75 |
| Anexos..... | 81 |
| Anexo 01 RG-01..... | 81 |

1. INTRODUÇÃO

O Complexo Minerador de Carajás integra a Floresta Nacional de Carajás, no município de Parauapebas, Estado do Pará. As minas de ferro encontram-se inseridas em uma área que abrange nove corpos de minério de ferro denominados N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N8 e N9. Este grupamento mineiro faz parte da Província Mineral de Carajás, localizada dentro dos limites geográficos da Floresta Nacional de Carajás, no estado do Pará, e está inserido na bacia do rio Itacaiúnas, afluente do rio Tocantins.

Em média, cerca de 7 mil pessoas circulam diariamente pelos sites da VALE em Carajás que em conjunto com as operações produzem cerca de 6 mil toneladas mensais de resíduos sólidos. Por estar inserida dentro de uma FLONA (Floresta Nacional de Carajás) a VALE responde diretamente para o ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade) através de condicionantes ambientais que correspondidas autorizam o funcionamento de suas operações. Porém, por estar inserida em uma FLONA, todo resíduo gerado deve ser administrando de forma a obedecer todas as normas de acondicionamento, coleta e destinação final dos resíduos. Nos últimos dois anos a VALE vem passando por problemas inerentes à coleta dos resíduos gerados nas áreas operacionais. Devido a este fato, o desafio de controles mais adequados, porém com os mesmos recursos de pessoas e equipamentos, foram lançados.

Para uma gestão adequada dos resíduos é necessária a adoção de um conjunto de procedimentos que visem primeiramente minimizar a geração de resíduos, e identificar os resíduos gerados, caracterizando aqueles que são inerentes aos processos, segregando, acondicionando e destinando em conformidade com a legislação ambiental e com procedimentos operacionais adotados pela Vale. (RADA – VALE 2013)

Existe implantado no Complexo Minerador Ferro Carajás um Programa de Gestão de Resíduo baseado nas Normas Técnicas da ABNT, na legislação ambiental vigente e em atendimento à condicionante ambiental Nº 2.1 (Programa de Gestão de Resíduos Sólidos) da Licença de Operação emitida

pelo ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade) LO Nº 267/2002, a qual Licencia as Operações de Pesquisa, lavra e beneficiamento de Minério de Ferro de Carajás com validade até 27/03/2021.

O Programa de Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos, atualmente já implantado no Complexo Minerador Ferro Carajás, obedece às regras de segregação em contentores coloridos conforme código de cores padronizadas internacionalmente e requeridas pela Resolução CONAMA nº 275/2001. Posteriormente os resíduos são destinados ao depósito intermediário de resíduos - Central de Materiais Descartáveis – CMD.

Desde o início de 2013 até a data atual foram tomadas ações para aperfeiçoar o processo de coleta dos resíduos industriais de Carajás que serão apresentadas neste trabalho.

Esta dissertação será apresentada com a seguinte estrutura: no capítulo 2 serão vistas as definições de resíduos sólidos, sua classificação e características físicas, químicas e biológicas. No capítulo 3 serão apresentados os processos inerentes aos procedimentos da empresa VALE no que tange a gestão dos resíduos sólidos focando principalmente sua coleta. No capítulo 4 uma revisão bibliográfica dos conceitos e definições das ferramentas de geoprocessamento e análise espacial é apresentada. O Capítulo 5 traz a descrição da metodologia proposta, no capítulo 6 são apresentados os resultados, o capítulo 7 apresenta uma discussão dos resultados e recomendações de otimização e por último no capítulo 8 estão descritas as conclusões obtidas no estudo.

1.1 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é otimizar o processo de coleta dos resíduos industriais do Complexo Mineral de Carajás no Pará através do emprego de técnicas de geoprocessamento e planilhas de controles. O objetivo específico deste trabalho compreende a definição das melhores rotas de coleta e a melhoria na segregação e acondicionamento dos resíduos gerados nas praças de resíduos através da conscientização ambiental.

2. RESÍDUOS SÓLIDOS

Neste capítulo são apresentadas as definições de resíduos sólidos, sua classificação e características físicas, químicas e biológicas.

Os resíduos sólidos (RS) merecem destaque, uma vez que representam uma substancial parcela dentre todos os resíduos gerados, e quando mal gerenciados, tornam-se um problema sanitário, ambiental e social. O conhecimento das fontes e dos tipos de resíduos sólidos, através de dados da sua composição e da sua taxa de geração, é o instrumento básico para o gerenciamento dos mesmos (KGATHI e BOLAANE, 2001).

São importantes e necessárias as terminologias sobre resíduos apresentados neste trabalho, visto que não há um consenso geral para utilização de determinados termos e é vasta a literatura encontrada sobre o assunto.

2.1 Definições de resíduos sólidos

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnica, através da NBR 10.004 (ABNT, 2004) resíduos sólidos são:

Resíduos no estado sólido ou semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções, técnica e economicamente, inviáveis em face à melhor tecnologia disponível. (ABNT, 2004, p.1)

O Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos foi publicado e elaborado pelo Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM, 2001) sob o patrocínio da Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República – SEDU/PR. Neste manual o resíduo sólido é definido como:

Todo material sólido ou semi-sólido indesejável e que necessita ser removido por ter sido considerado inútil por quem o descarta em qualquer recipiente destinado a este ato. (IBAM, 2001, p.25)

De acordo com o dicionário Aurélio, resíduos são remanescentes ou restos, ou seja, aquilo tudo que sobra de algum processo ou sistema.

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituído pela Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010, define resíduo sólido como:

Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semi-sólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. (BRASIL, 2010, p. 1).

Apesar de serem encontradas diversas definições sobre resíduos sólidos, há um consenso geral de que os resíduos sólidos são oriundos das atividades humanas, que perderam seu valor original, passando a serem considerados inúteis por seus proprietários (TCHOBANOGLIOUS e THEISEN, 1993).

Outra discussão presente na literatura sobre este assunto está relacionada ao uso dos termos “lixo”, “resíduo sólido” e “rejeito”.

No Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos (IBAM, 2001) "lixo" é definido como:

(...) todo material sólido ou semi-sólido indesejável e que necessita ser removido por ter sido considerado inútil por quem o descarta, em qualquer recipiente destinado a este ato. (IBAM, 2001, p.25)

Segundo dicionário Aurélio lixo é:

Tudo o que não presta e se joga fora; coisas inúteis, velhas, sem valor; resíduos que resultam de atividades domésticas, industriais, comerciais, etc. (Ferreira, Aurélio B. de Holanda. Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa, 3ª ed, Curitiba: Positivo, 2004).

Para as definições acima citadas, resíduos sólidos e lixo nem sempre são sinônimos, sendo que o resto de algumas atividades ou processo pode ser reaproveitado em outro momento, deixando de ser algo sem valor tornando-se matéria prima. A palavra lixo geralmente é utilizada de forma errônea pelas pessoas, geralmente relacionadas às questões sociais e econômicas, enquanto a palavra resíduo sólido está ligada a questões técnicas como origem, classificação, composição e disposição.

O termo “rejeito”, outrora tratado com o mesmo significado dos dois primeiros, é definido pela PNRS como:

Resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada. (IBAM, 2001, p.25)

Essa diferenciação é importante, pois com a implantação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que entrará em vigor a partir de 2014, as entidades responsáveis deverão receber ou destinar para os aterros sanitários apenas os rejeitos ou estarão sujeitos às penalizações pelo Ministério Público.

2.2. Classificação de resíduos sólidos

Os resíduos sólidos podem ser classificados de várias maneiras, levando sempre em consideração a sua fonte geradora e seu grau de periculosidade ao ser lançado no meio ambiente.

Quanto à periculosidade as principais formas de classificação são definidas pela norma ABNT 10.004:2004 – Resíduos Sólidos – Classificação e pela Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010 que institui a PNRS.

Resíduos Classe I – Perigosos: aqueles que, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas, pode apresentar risco à saúde pública e ao meio ambiente.

Resíduos Classe II – Não Perigosos: aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I. São divididos em inertes e não inertes

Resíduo Classe II A – Não Inertes: aqueles que possuem propriedades tais como biodegradabilidade, combustibilidade e solubilidade em água.

Resíduos Classe II B – Inertes: quaisquer resíduos que, quando amostrados de forma representativa, segundo a ABNT-NBR 10.007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme a ABNT 10.006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se por aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) propõe uma classificação de resíduos que considera a origem ou atividade em que a geração ocorre:

- a) RESÍDUOS DOMICILIARES: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- b) RESÍDUOS DE LIMPEZA URBANA: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c) RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: os englobados nas alíneas "a" e "b";
- d) RESÍDUOS DE ESTABELECIMENTOS COMERCIAIS E PRESTADORES DE SERVIÇOS: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas "b", "e", "g", "h" e "j";
- e) RESÍDUOS DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO BÁSICO: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea "c";
- f) RESÍDUOS INDUSTRIAIS: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
- g) RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;
- h) RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;
- i) RESÍDUOS AGROSSILVOPASTORIS: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
- j) RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE TRANSPORTES: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
- k) RESÍDUOS DE MINERAÇÃO: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;

vale ocupa apenas 3% da Floresta Nacional de Carajás, os 97% restantes, são protegidos em parceria com os institutos ICMBio e Ibama, do Brasil.

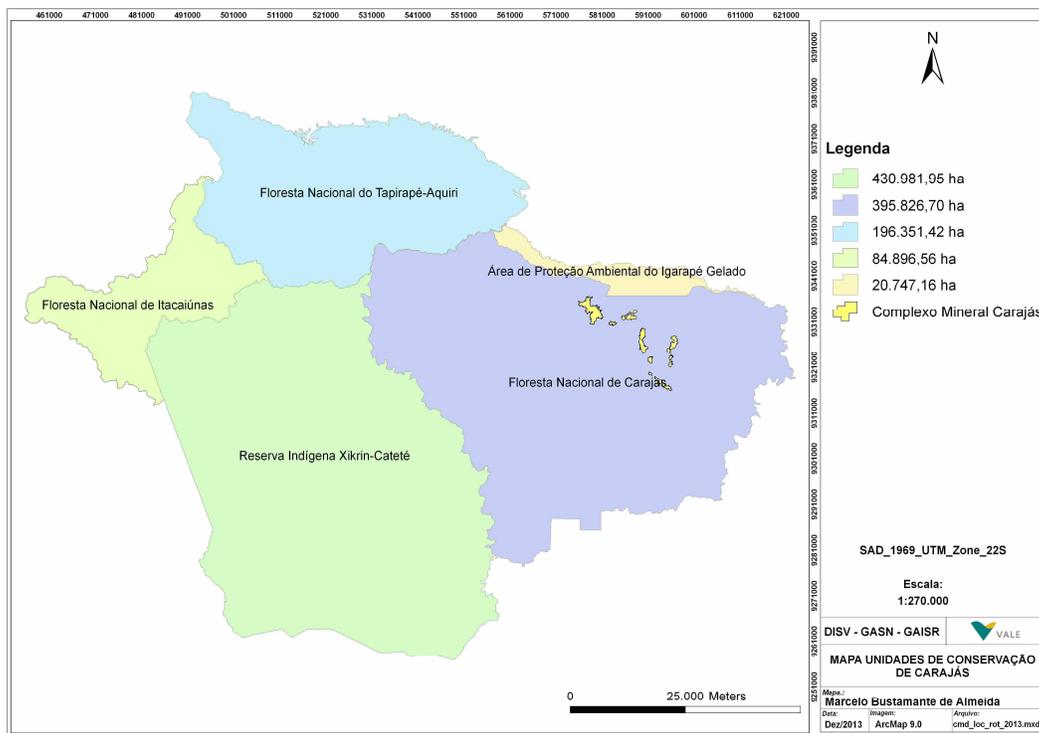


Figura 2. Mapa da Unidade de Conservação de Carajás

A geração média dos resíduos industriais nos últimos dois anos nas operações de Carajás foi de 35.000 t/ano. Toda esta geração se distribui em 86 praças de resíduos localizadas dentro das Unidades de Negócios (Diretorias e Gerências de Área) da usina e minas de ferro de Carajás. O processo de coleta e disposição temporária desses resíduos é realizado pela CMD (Central de Materiais Descartáveis) de Carajás.

Na Seção 3.1 e 3.2, a seguir, são apresentados os dois principais documentos utilizados no controle dos resíduos gerados em Carajás.

3.1 Procedimento Operacional (PRO 7451)

A VALE emprega um documento interno conhecido como PRO 7451, que visa orientar os empregados quanto aos processos de armazenamento, coleta, transporte e destinação final dos resíduos.

Neste documento estão incorporados 17 grupos distintos de resíduos originados pelas operações das Unidades de Negócios situados nas minas e usina de beneficiamento de minério de ferro de Carajás. Estes grupos de resíduo estão classificados no PRO 7451 segundo a norma ABNT 10.004:2004 que separa os resíduos por classes.

Na tabela 1 está apresentada a separação destes grupos de resíduos.

Tabela 1. Grupos de Resíduos do procedimento operacional PRO 7451 da VALE

| Grupos de resíduos conforme PRO 7451 |
|---|
| 01 – Baterias e pilhas; |
| 02 – Borrachas e pneus; |
| 03 – Entulho de obra; |
| 04 – Lodos, borras e poeiras de sistemas de tratamento; |
| 05 – Madeira; |
| 06 – Metálicos; |
| 07 – Não metálicos; |
| 08 – Oleosos; |
| 09 – Papel e papelão; |
| 10 – Plásticos / polímeros sintéticos; |
| 11 – Resíduo com Mercúrio; |
| 12 – Resíduos domésticos; |
| 13 – Resíduos especiais; |
| 14 – Resíduos mistos; |
| 15 – Tecidos, lonas e polímeros; |
| 16 – Vidros; |
| 17 – Estéril, rejeitos e sedimentos de mineração |

Fonte: PRO7451 (2013)

Para cada grupo definido no PRO 7451 fica determinado sua característica conforme: número de ordem; tipo de resíduo; cuidados especiais na separação, acondicionamento, armazenamento e disposição temporária; cor padrão do coletor; unidade de medida; classe segundo ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e disposição intermediária.

Norteados pela norma ABNT 10.004:2004, os procedimentos de armazenamento dos resíduos ficam definidos como especificado abaixo.

Resíduos Classe II A e B:

- Devem ser armazenados de forma que não haja possibilidade de alteração de sua classificação e que sejam minimizados os riscos de danos ambientais. O armazenamento destes resíduos pode ser realizado em contêineres e/ou tambores, em tanque e a granel.
- Podem ser estocados a céu aberto ou em locais cobertos, sem necessidade de piso impermeabilizado, com seus recipientes devidamente identificados. Em se tratando de resíduos em pó, em grãos e/ou em flocos, deve-se evitar o arraste eólico (pelo vento) e/ou o arraste de sólidos pela ação de chuva.
- A opção pela estocagem a céu aberto ou em local fechado deve levar em conta os fatores mencionados no parágrafo anterior, bem como a manutenção da qualidade do resíduo, para não comprometer sua disposição final.
- Em se tratando de resíduos em tambores, bombonas, contêineres, *big bags*, deve-se evitar empilhamento superior a três unidades para não comprometer seu manuseio. A estocagem de resíduos nesses recipientes deve ser feita preferencialmente em local coberto, mas na impossibilidade, os mesmos devem ser cobertos com plásticos resistentes de forma a evitar empoçamentos, que propiciam a deterioração destes contenedores e a proliferação de vetores.
- Pneus e outros resíduos que possuem cavidades em suas superfícies devem ser estocados em local fechado ou receber cobertura com lonas ou plásticos resistentes, de forma a evitar a retenção de água e conseqüente proliferação de vetores, assim como resíduos de sanitários e os de alimentos.

Resíduos Classe I:

- É necessário respeitar a incompatibilidade entre os resíduos a serem estocados.
- Resíduos de explosivos, incluindo-se suas embalagens, devem ser gerenciados conforme procedimento específico do Ministério do Exército. Os resíduos de material radioativo devem ser gerenciados conforme Resoluções CNEN 19/85 e 14/89.
- Para os resíduos contaminados com óleos e ou graxas, é necessário verificar a Ficha de Emergência contar com bacia de contenção devidamente impermeabilizada, coberta e identificada.
- Tambores de resíduos perigosos devem ser obrigatoriamente certificados pelo INMETRO.

Armazenamentos em Tanques para Resíduos Classe 1:

- O local deve ser devidamente isolado e sinalizado, provido de bacia de contenção impermeabilizada, sem rachaduras, com volume suficiente para reter eventuais vazamentos e/ou derramamentos.
- A bacia deve ser estanque e provida de dreno com registro para retirada de água de chuva. O registro deverá ser mantido fechado.
- Na eventualidade da ocorrência de vazamentos e/ou derramamentos do resíduo na bacia, deve-se avaliar a quantidade vazada ou derramada, bem como as características de periculosidade do resíduo, procedendo-se às ações de correção adequadas, Kit de mitigação para atendimento a emergência.
- Tanques aéreos deve ser objeto de inspeção e manutenção sistemática e periódica, com base em plano de inspeção específico.

Acondicionamentos de Resíduos Classe 1:

- Devem ser armazenados em áreas cobertas, bem ventiladas, sobre piso impermeável, devidamente isolada e sinalizada, equipamentos de combates a incêndios, Kit de mitigação para atendimento a emergência.

- A área deve possuir sistema de drenagem e captação de líquidos contaminados para posterior tratamento.
- A disposição dos recipientes na área de armazenamento deve seguir recomendações para segregação conforme a compatibilidade dos resíduos.
- Os recipientes devem apresentar boas condições de uso, sem ferrugem acentuada nem defeitos estruturais aparentes.
- Devem sempre ser mantidos fechados, exceto por ocasião da manipulação dos resíduos.
- Devem ser manuseados com cuidado de forma a preservar sua estanqueidade, impedindo seu rompimento e conseqüente vazamento do material acondicionado.
- Devem ser manuseados por pessoal treinado e dotado de EPI's, especialmente quando estiver acondicionando resíduos corrosivos, tóxicos ou, sob qualquer outro modo nocivo ao homem.
- Devem ser dispostos na área de tal forma que possam ser inspecionados visualmente.
- Devem ser inspecionados, periodicamente, a fim de detectar possíveis pontos de deterioração e vazamentos causados por corrosão ou outros fatores.
- Resíduos líquidos e pastosos devem ser estocados em área segregada, provida de bacia de contenção com capacidade de 110% do volume total.

Cabe a GABAN (Gerencia de Área de Meio Ambiente) treinar todos os funcionários da VALE quanto aos procedimentos do PRO 7451. O conhecimento e a utilização dos procedimentos inseridos no PRO 7451 também são cobrados em auditoria externa realizada pelo IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) na empresa VALE, sendo que o assunto está ligado a condicionantes ambientais que são exigidas para as licenças de operação das minas e usinas de Carajás.

3.2 Manifesto Interno de Descartáveis (MID)

O Manifesto Interno de Descartáveis (MID) é um documento que tem como finalidade fornecer informações para o controle da geração de cada tipo de resíduo e sua gerência geradora.

Para que a coleta seja efetivada na área geradora, o MID deve estar preenchido e assinado para ser entregue ao motorista no ato da coleta. O responsável pela assinatura deste documento precisa passar por treinamento que inclui conhecimento do PRO 7451, e dados que estão intrinsecamente ligados às informações que se precisa para seu preenchimento.

O MID fornece as seguintes informações:

- Dados da área geradora
- Tipo de coleta
- Descrição do resíduo (segundo o PRO7451)
- Código do resíduo (segundo o PRO7451)
- Representante de área
- Dados do veículo que efetuou o recolhimento
- Dados do motorista
- Data e Hora do recolhimento
- Peso do resíduo
- Um campo para assinatura do representante da área
- Um campo para assinatura do motorista que efetuou a coleta

Todo resíduo produzido em Carajás precisa dar entrada na Central de Materiais Descartáveis (CMD). O primeiro passo consiste em atravessar o veículo com o resíduo carregado pela balança rodoviária conforme figura 3. O operador da balança anota a pesagem total (veículo mais resíduo carregado), recebe e verifica os dados do Manifesto Interno de Descartáveis (MID) preenchido e assinado pela área geradora e libera o motorista para descarregamento no pátio ou galpão de recebimento do resíduo indicado no documento. Ao descarregar o resíduo, o motorista volta a passar pela balança para que se possa subtrair o peso da tara com o peso total realizado na primeira pesagem e assim obter o peso do resíduo. Enfim, com todos os dados

preenchidos no MID, o operador da balança transmite os principais dados para o arquivo diário e o arquiva para mais tarde consolidar o fechamento diário do inventário de resíduo.



Figura 3 – Balança rodoviária da Central de Materiais Descartáveis (CMD)
Fonte: foto feita pelo autor

Na Seção 3.3, a seguir, é apresentado o modelo de gestão utilizado pela VALE que dá suporte às demandas das Unidades de Negócios Operacionais através do Centro de Serviço Compartilhado (CSC).

3.3 Centro de Serviços Compartilhados (CSC)

Visando prover mais autonomia para as Unidades de Negócios e flexibilidade para crescimento da empresa, a VALE implantou desde 2009 o Modelo de Gestão Global da Vale que possui o Centro de Serviços Compartilhados (CSC) como um de seus pilares.

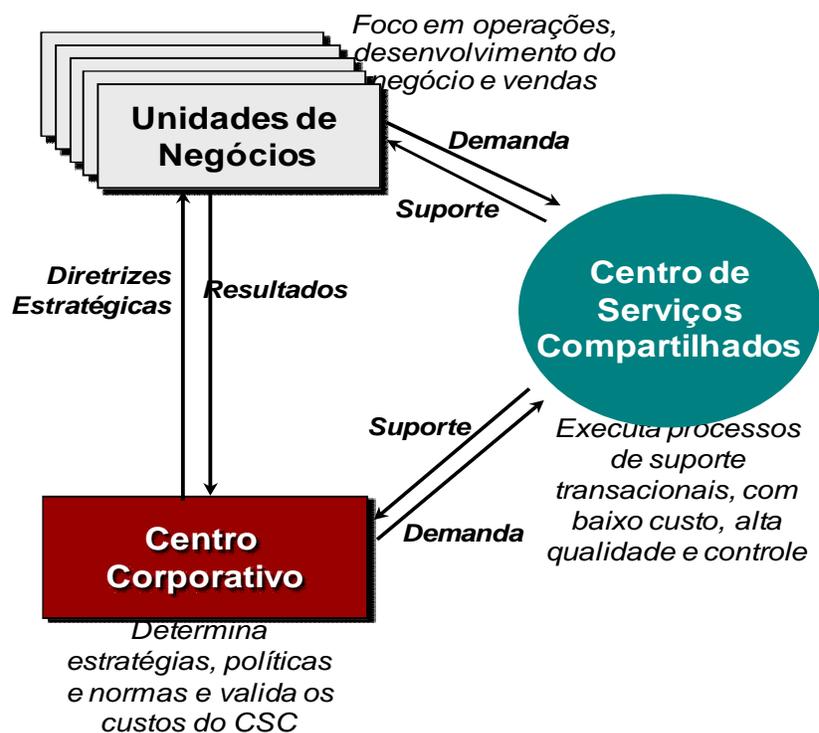


Figura 4 – Fluxograma Modelo Gestão Global da VALE.
Fonte: Intranet VALE: <http://csc123/sc/index.do>

Foi elaborado o Catálogo de Processos de Serviços de Apoio com base na perspectiva de atendimento ao cliente interno associada aos processos do CSC e tendo como premissas:

- Simplicidade: processos de fácil entendimento pelos clientes internos e de implementação viável.
- Mensuração: processos mensuráveis com base nas tecnologias disponíveis.

- Influência na Demanda: processos capazes de motivar o planejamento da demanda pelos clientes.

Conforme figura 5, o modelo de gestão dos Serviços Compartilhados é baseado em três pilares – Apuração e Repasse de Custos, SLA / SLA Reverso (Nível de Acordo de Serviço) e Relacionamento com Clientes Internos. Vale ressaltar que o pilar “Apuração e Repasse de Custos” se modificou no início de 2013, passando a não ser mais necessário as tarifações entre as Diretorias.

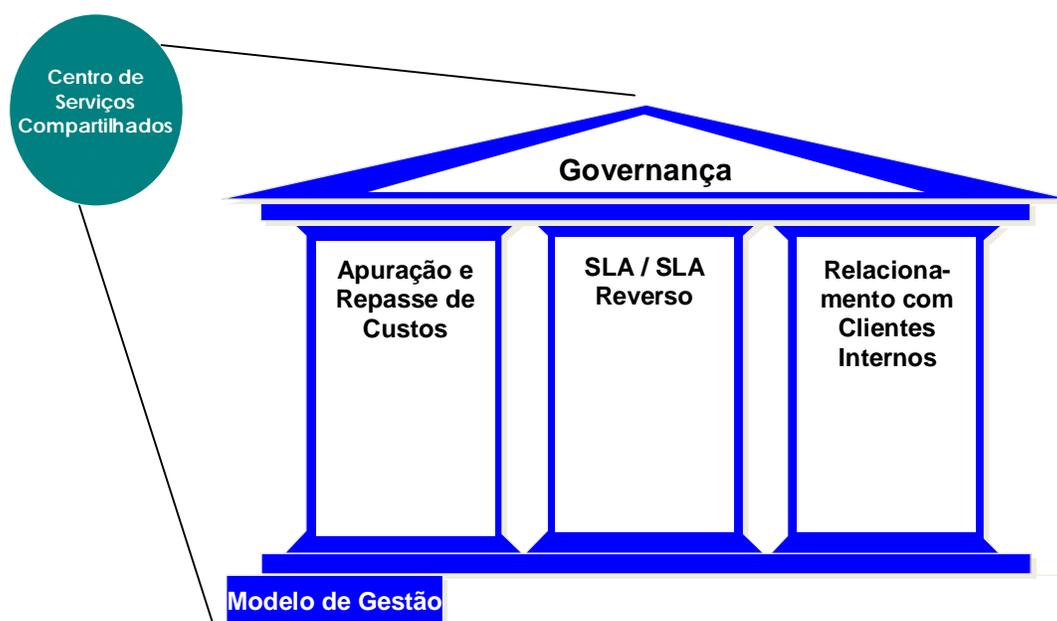


Figura 5 – Pilares do Modelo Gestão Global da VALE
Fonte: Intranet VALE: <http://csc123/sc/index.do>

Para os Serviços de Apoio, são validados vários processos (Gestão Patrimonial de Ativos, Casa de Hóspedes e Alojamento, Gestão do Condomínio, Gestão do Núcleo Urbano – Carajás, Gestão de Serviços e Facilidades e Gestão de Materiais Descartáveis). Será abordada neste trabalho apenas a Gestão de Materiais Descartáveis, assunto relacionado diretamente a este trabalho.

3.3.1 Apuração e Repasse de Custos

Até o final de 2012, o repasse de custo era feito após apuração. Neste caso, os pontos focais disponibilizavam mensalmente na rede os dados referentes às transações para apuração do repasse de custos conforme figura 6:

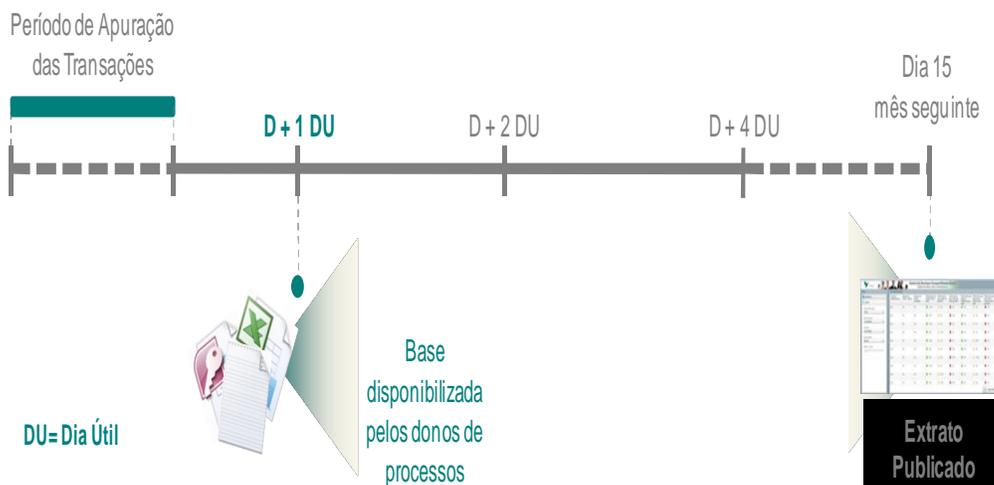


Figura 6 – Período para transações de custo
 Fonte: Intranet VALE: <http://csc123/sc/index.do>

- Do dia 21 do mês anterior ao dia 20 do mês corrente: Período de Apuração das Transações.
- Até o 1º dia útil após o dia 20 as bases de dados eram encaminhadas pelos donos de processo.
- Até o 2º dia útil era realizada a apuração das transações por departamento, controladas e coligadas.
- No 4º dia útil era enviada a base de repasse de custos à DICT (Diretoria de Custos e Transações).
- No dia 15 do mês seguinte era divulgado o Extrato, contendo o resultado do repasse de custos em conjunto com SLAs (Nível de Acordo de Serviço).

Os dados coletados eram apurados e divulgados aos clientes internos - que consolidam informações de Repasse de Custos, SLAs e SLAs Reversos (Nível de Acordo de Serviço).

Para apuração do repasse de custos do processo de Gestão de Materiais Descartados existem dois tipos de classificação para os resíduos gerados em cada site. O primeiro é conhecido como Resíduos de Áreas Específicas, no qual para todo material descartado é possível distinguir qual a diretoria o gerou (resíduos de prédios pertencentes a uma única diretoria, entulho de obras, etc). O custo com o descarte desses materiais era repassado para as diretorias clientes, sendo a tonelagem gerada por cada diretoria utilizada como critério para repasse. O segundo é conhecido como Resíduo Tipo Condomínio, onde não é possível distinguir a diretoria que gerou o material descartado (resíduos de restaurantes, resíduos de escritórios, etc). São todos provenientes de locais utilizados por mais de uma diretoria. O custo com o descarte desses materiais era repassado para as diretorias clientes, sendo usado como critério de rateio a ocupação por metro quadrado da mesma em cada site.

São dois os fluxos que permitem a apuração das transações para o cálculo do repasse de custos: Fluxo de Recolhimento por Cronograma e Fluxo de Recolhimento Esporádico.

Fluxo de Recolhimento por Cronograma: Neste o cliente ou área geradora, entra em contato com a Central de Materiais Descartáveis (CMD) solicitando os serviços de coleta. Em uma visita técnica realizada in loco são observadas as condições físicas da praça de resíduo, as condições das caixas de acondicionamento dos resíduos, o tipo e a geração dos resíduos.

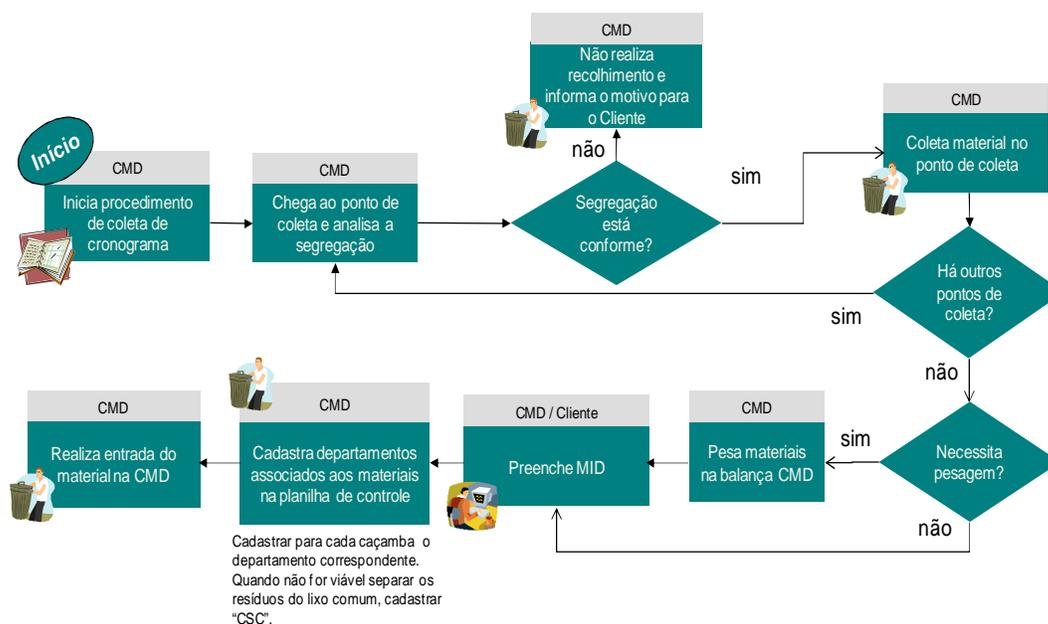


Figura 7 – Fluxo de Recolhimento por Cronograma.
 Fonte: Intranet VALE: <http://csc123/sc/index.do>

A programação da coleta deve existir somente para as áreas que necessitem de no mínimo uma coleta semanal. Em casos esporádicos, os chamados são realizados através de recolhimento esporádico conforme explicado abaixo.

Fluxo de Recolhimento Esporádico: Para o cliente utilizar este tipo de coleta para os resíduos gerados em sua área é preciso acessar a intranet dos computadores VALE e abrir um chamado de coleta esporádico através do site <http://csc123/index.do>. Abaixo segue figura 8 do fluxograma para o recolhimento esporádico.

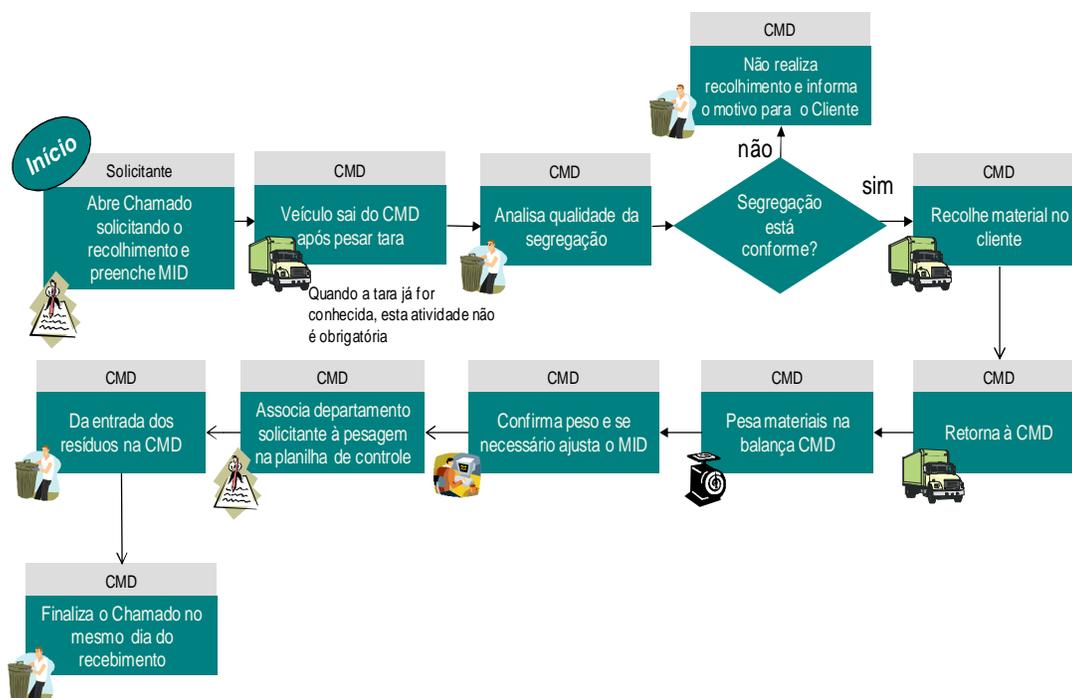


Figura 8 – Fluxograma de Recolhimento Esporádico
 Fonte: Intranet VALE: <http://csc123/sc/index.do>

A partir da data de abertura deste chamado, a Central de Materiais Descartáveis (CMD) terá dois dias úteis, contados a partir do primeiro dia consecutivo ao chamado, para realizar a coleta.

Para ambos os fluxos, uma planilha Excel é utilizada como ferramenta de controle dos dados que serão utilizados posteriormente para efetuar a tarifação. Tal planilha é preenchida com informações do Manifesto Interno de Descartáveis (MID) sempre que os resíduos forem descartados.

A CMD disponibiliza, sempre no dia 21 do mês, os dados dos resíduos descartados entre os dias 21 do mês anterior e 20 do mês corrente.

Atualmente, os custos do processo passou a ser de gestão e operação da própria diretoria de serviços gerais.

3.3.2 SLA/SLA Reverso

O segundo pilar se refere ao modelo de SLAs / SLAs Reversos (Nível de Acordo de Serviço). Cada SLA é definido em função de três aspectos – Indicador de Desempenho, Critério de Sucesso e Patamar de Atendimento:

- **Indicador de desempenho:** Métrica de mensuração do desempenho do serviço. Ex. Atendimento no prazo dos chamados Esporádico/ordem de serviços totais.
- **Critério de Sucesso:** Critério que caracteriza o atendimento da expectativa do cliente para com o serviço. Ex: Prazo padrão de até 2 dias para atendimento de chamado Esporádico.
- **Patamar de Atendimento:** Meta de percentual do indicador de desempenho que atinge o critério de sucesso pré-determinado. Para o período de estudo deste trabalho ficou definido como meta 96% de sucesso para as coletas previstas em cronograma e 96% dos chamados esporádicos atendidos no prazo padrão acordado.

Para serviço de apoio o processo de suporte da “Gestão de Materiais Descartados”, tem-se os seguintes SLAs e SLAs Reversos:

SLAs: 96% de recolhimentos realizados no prazo, respeitando o PRO 7451, documento normativo referente ao transporte de resíduos de cada localidade, considerando-se os resíduos coletados por chamado Esporádico ou Cronograma.

SLA Reverso: 7,5% de segregação fora dos padrões CSC, respeitando PRO 7451, documento normativo referente às normas de segregação de cada resíduos em sua localidade, considerando-se os resíduos coletados por chamado Esporádico ou Cronograma.

O SLA Reverso mede a conformidade da segregação para o adequado recolhimento pela CMD enquanto o SLA mede a quantidade de coletas realizadas no prazo pela CMD aos clientes internos.

O atendimento por cronograma é considerado no prazo quando realizado no dia previsto. O prazo para atendimento de solicitações esporádico é a maior data entre a data alvo ou o prazo padrão de 2 dias úteis.

Ex: em uma semana normal de cinco dias de trabalho, se o cliente abre o chamado esporádico em uma segunda feira, à coleta terá um SLA positivo se o resíduo for coletado até quarta feira.

O SLA é medido somente sobre os materiais segregados corretamente.

3.3.3 Relacionamento com os clientes internos

O modelo de Relacionamento com Clientes Internos é responsável pela governança e canais de relacionamento do CSC.

Os três principais pontos deste modelo estão distribuídos conforme abaixo:

- **Portal do CSC:** Interface WEB do cliente interno com o CSC para levantamento de informações e solicitações de alguns processos de suporte on-line.
- **Central de Relacionamento do CSC:** Interface de atendimento telefônico para resolução de demandas de baixa complexidade e registro e encaminhamento de solicitações.
- **Pontos Focais de Relacionamento:** Responsáveis por implementar e executar o modelo que estabelece as regras de relacionamento do CSC com as Unidades de Negócio e com Áreas Corporativas, bem como o processo de acompanhamento e divulgação dos resultados para os clientes internos.

O modelo de Relacionamento promove uma operação de atendimento segregada desonerando os donos de processos para que foquem seus esforços na gestão de seus custos e SLAs.

3.4 Coletas dos resíduos Industriais de Carajás

A coleta dos resíduos industriais da usina e minas de ferro de Carajás é realizada diariamente pela GAISR (Gerência de Serviços Gerais Ferrosos Norte) da VALE. Sua base física se localiza na CMD (Central de Materiais Descartáveis).

Conforme mencionado no início deste capítulo, atualmente nas operações de ferro de Carajás existem 86 praças de resíduos que geram por ano em média 70 mil/toneladas de resíduos industriais. Para realização das coletas demandadas por estas praças, a Central de Materiais Descartáveis conta com quatorze equipamentos de coleta. Esta frota de equipamentos coletores está distribuída em quatro poli guindastes duplos, três poli guindastes simples, três caminhões muncks, três caminhões de carroceria e um caminhão garra.

Os caminhões poli guindastes duplo possuem capacidade de içamento de 15 toneladas, tendo autonomia para coletar até duas caçambas de resíduos que variam entre 3 m³, 5 m³ ou 7 m³. São utilizadas principalmente para as gerências com alta geração de resíduos.



Figura 9 – Veículo coletor poli guindaste duplo
Fonte: foto feita pelo autor

Diferente dos poli guindaste duplo, os poli guindastes simples possuem capacidade de içamento de 08 toneladas e autonomia para coletar apenas uma caixa que também pode variar entre 3 m³, 5 m³ ou 7 m³.



Figura 10 – Veículo coletor poli guindaste simples
Fonte: foto feita pelo autor

Os caminhões de carroceria, também conhecidos como carga seca são equipamentos utilizados para coletar principalmente os resíduos de escritório como papel, plástico comum, metal e sanitário. Estes devem estar separados e dentro de saco plástico. Geralmente são colocados temporariamente em contêineres com tamanhos entre 600 m³ a 1500 m³ até que sejam coletados.



Figura 11 – Veículo coletor de carroceria (carga seca)
Fonte: foto feita pelo autor

Os caminhões Muncks vêm equipados com um guindaste veicular com autonomia de içamento de 12 toneladas e ângulo de giro de 340°. São utilizados principalmente para coletar peças ou equipamentos.



Figura 12 – Veículo coletor munck
Fonte: foto feita pelo autor

O caminhão garra vem equipado com um guindaste sucateiro com autonomia de içamento de 10 toneladas e ângulo de giro de 340°. Este equipamento serve para coletar qualquer tipo de resíduo principalmente a granel.



Figura 13 – Veículo coletor garra
Fonte: foto feita pelo autor

3.5 Sistema autotrac

Além das informações recolhidas nas planilhas de Excel, também são extraídas informações repassadas exclusivamente pela equipe de coleta através do sistema autotrac. O sistema autotrac é um sistema que basicamente permite a comunicação de dados (mensagens) entre os veículos coletores e a empresa (e vice-versa), o rastreamento do deslocamento do veículo em mapas digitais e o monitoramento das condições do veículo e da carga (velocidade, temperatura, abertura de porta, rotas, etc). No entanto o sistema foi otimizado para fornecer informações voltadas para as condições do processo de recolhimento dos resíduos gerados na área de Carajás nos dias de cronograma ou por chamados esporádicos. Essas informações são extraídas para a planilha de Excel e feita uma análise detalhada cruzando as informações manuais e do sistema. Os motivos de coleta ou não coleta são repassados pelos motoristas através de códigos lançados no aparelho instalado em cada caminhão conforme tabela abaixo:

Tabela 2 – Código de não coleta de resíduos pelo sistema autotrack

| | |
|----|-------------------------------------|
| 1 | ACESSO OBSTRUIDO |
| 2 | AUSÊNCIA DE RESIDUOS |
| 3 | RESÍDUO NAO SEGREGADO |
| 4 | EXCESSO DE CARGA NA CACAMBA |
| 5 | MID NAO ENTREGUE |
| 6 | RESIDUO EXCEDENDO LIMITE DA CACAMBA |
| 7 | CARGA DA CAÇAMBA ACIMA CAPACIDADE |
| 8 | VEICULO NAO COMPATIVEL COM MATERIAL |
| 9 | DEFEITOS ESTRUTURAIIS NA CACAMBA |
| 10 | PRACA DE RESIDUOS NAO CADASTRADA |

Fonte: <https://www.autotrac.com.br>

O sistema autotrack serve também para realizar a medição do contrato entre a VALE e a empresa contratada. Segue abaixo figura 14 do modelo de relatório autotrack extraído e tratado.

RELATÓRIO DE ACOMPANHAMENTO VIA SATÉLITE
GESTÃO DE CMD DE CARAJÁS - COLETAS REALIZADAS
 PERÍODO EM ANÁLISE: 22/04/2012 À 29/04/2012



| Nome do Veículo | Posição | Local | Tipo de Resíduo | Dia | Data de Criação |
|------------------------------|--|---------------------|-------------------|--------|----------------------------|
| MTR6623 - (302.301) - HA 249 | Em CRJ PR19 LABORATORIO N4 - Carajás, Pa - Brasil, 0,0 Km/h | 19 | MINERIO | 23/abr | 23/04/2012 15:28:40 |
| MTB8254-(302.300)-HA246 | Em CRJ PR13 OFICINA DE CAMPO - Carajás, Pa - Brasil, 0,0 Km/h | PR13 | SANITARIO MADEIRA | 23/abr | 23/04/2012 15:25:39 |
| MTR6623 - (302.301) - HA 249 | Em PR15 OFICINA CENTRALIZADA, PA - Brasil, 0,0 Km/h | 15 | MADERA PLASTICO | 23/abr | 23/04/2012 13:27:06 |
| MRV7731-(305.913)-HA264 | 0,15 Km OSO De PR 89 - Martin Engenharia, PA - Brasil, 24,0 Km/h S | FILTRAGEM PRENCA | MANTAS FILTRANTE | 23/abr | 23/04/2012 12:30:53 |
| HA616 | Em CRJ PR23 LAVADOR N5 - Carajás, Pa - Brasil, 0,0 Km/h | PR23 | | 4012 | 23/abr 23/04/2012 12:07:55 |
| HA616 | Em CRJ PR23 LAVADOR N5 - Carajás, Pa - Brasil, 0,0 Km/h | PR23 | | 4012 | 23/abr 23/04/2012 12:07:55 |
| MTR6623 - (302.301) - HA 249 | Em PR15 OFICINA CENTRALIZADA, PA - Brasil, 0,0 Km/h | 15 | PAPEL AO FERRO | 23/abr | 23/04/2012 09:41:23 |
| HA616 | Em PR03 RESTAURANTE PCM, PA - Brasil, 0,0 Km/h | PR03 | | 12003 | 23/abr 23/04/2012 09:34:39 |
| MTB8254-(302.300)-HA246 | Em PR11 BRITAGEM SECUNDARIA, PA - Brasil, 0,0 Km/h | PR11 | FERRO PAPEL | 23/abr | 23/04/2012 09:18:29 |
| HA616 | Em CRJ PR13 OFICINA DE CAMPO - Carajás, Pa - Brasil, 0,6 Km/h OSO | PR13 | PLASTICO EM GERAL | 24/abr | 24/04/2012 18:11:27 |
| MTR6623 - (302.301) - HA 249 | 1,75 Km NE De CRJ PR17 AREA DE MONTAGEM - Carajás, Pa - Brasil, 0,0 Km/h | BSM 1 | SUCATA DE FERRO | 24/abr | 24/04/2012 16:33:23 |
| MTR6623 - (302.301) - HA 249 | 0,83 Km ENE De CRJ PR16 OFICINA N4WN - Carajás, Pa - Brasil, 0,0 Km/h | AREA DE BASCULA | SUCATA DE FERRO | 24/abr | 24/04/2012 15:48:50 |
| HA616 | Em PR03 RESTAURANTE PCM, PA - Brasil, 0,1 Km/h | PR03 | | 12003 | 24/abr 24/04/2012 15:52:43 |
| MTR6623 - (302.301) - HA 249 | 0,81 Km ENE De CRJ PR16 OFICINA N4WN - Carajás, Pa - Brasil, 0,0 Km/h | REDS E LINHAS | ALUMINIO | 24/abr | 24/04/2012 13:57:17 |
| MTB8254-(302.300)-HA246 | Em PR04 LAROX, PA - Brasil, 0,0 Km/h | PR04 | FERRO PLAS RIGIDO | 25/abr | 25/04/2012 16:38:38 |
| MSW2678-()-HA655 | 0,13 Km SE De CMD Carajás, PA - Brasil, 0,3 Km/h | PR48 | PLASTICO RIGIDO | 25/abr | 25/04/2012 15:17:19 |
| MH8580-(302.905)-HA252 | 0,07 Km CRJ PR16 OFICINA N4WN - Carajás, Pa - Brasil, 17,3 Km/h NO | OFICINA DE N4WNORTE | MADERA | 25/abr | 25/04/2012 11:54:59 |
| HA616 | Em CRJ PR62 OFICINA DE COMBOIOS E PIPAS - Carajás, Pa - Brasil, 0,1 Km/h | PR62 | | 9001 | 25/abr 25/04/2012 12:12:06 |
| MTB8254-(302.300)-HA246 | 0,07 Km PR04 LAROX, PA - Brasil, 0,0 Km/h | PR04 | MADERA BORRACHA | 25/abr | 25/04/2012 11:31:33 |
| HA616 | Em PR03 RESTAURANTE PCM, PA - Brasil, 0,0 Km/h | PR03 | | 12003 | 25/abr 25/04/2012 10:02:28 |

Figura 14 – Relatório autotrack

Fonte: <https://www.autotrac.com.br>

Após o tratamento do relatório as informações são coletadas conforme mostrado na figura 14:

1. Nome do veículo
2. Posição do veículo
3. Local (número da praça de resíduos)
4. Tipo de resíduo recolhido ou motivo de não recolhimento
5. Dia de recolhimento ou do não recolhimento

Estes indicadores são importantes, pois fornecem dados que apontam todas as não conformidades e imprevistos que acabam impactando no cronograma diário de coleta. Os indicadores ainda apontam qualquer mudança de rota e filtram os clientes com maior número de problemas situando a equipe da CMD para que sejam realizados trabalho mais específico com o apoio dos técnicos em meio ambiente, técnicos de segurança e supervisores operacionais, elaborando treinamento na área geradora sobre conscientização ambiental, segregação e acondicionamento de resíduos.

3.6 Planilha de cronograma de coleta

Para o sucesso do sistema de coleta dos resíduos, tanto a operação da CMD quanto as áreas geradoras precisam seguir o procedimento da VALE conhecido como PRO 7451 explicitado no item 3.1 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 são necessárias para avaliação. Com a compilação destes dados é realizada a análise estatística, que aponta as áreas que mais precisam se adequar aos procedimentos exigidos, conforme será mostrado no Capítulo 4, Item 4.2 Estudo estatístico.

Para acompanhamento destes procedimentos é utilizada a planilha de cronograma de coleta contendo o desenvolvimento quantitativo e qualitativo das operações de coletas e praças de resíduos.

Para cada coleta prevista no dia, uma célula da planilha com as cores fixas para cada tipo de caso fornece respostas conforme indicado na legenda abaixo:

| Legenda Cronograma | | |
|---------------------------|---------------|--|
| Cor | Número | Desc. |
| Amarela | 1 | Indica um dia com recolhimento previsto em cronograma |
| Verde | 2 | Indica que neste dia HOUVE recolhimento conforme previsto em cronograma. |
| Branca | 0 | Indica que neste dia estava prevista a coleta e a mesma não foi realizada. |
| Preta | 4 | Indica que neste dia o CMD foi ao local recolher, porém não recolheu pois estava fora do padrão correto de segregação. |
| Preta | 5 | Indica que neste dia o CMD foi ao local recolher, recolheu, porém estava fora do padrão correto de segregação. |
| Cinza | 6 | Indica que neste dia o CMD foi ao local recolher, porém não recolheu por razões originadas pelo cliente. |
| Vermelha | 7 | Indica Cancelamento do Recolhimento acordado com o cliente interno e deve ser preenchido na linha do previsto. |

Figura 15 – Legenda da planilha de cronograma de coleta
 Fonte: Intranet VALE: <http://csc123/sc/index.do>

- **Item 1 (um):** 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 containers de 240 lt a 1000 lt e caçambas de 5m³ a 7m³).
- **Item 2 (dois): 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 (quatro): a equipe de coleta foi ao local 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 (cinco): a equipe de coleta foi ao local 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 de descarregar o material o CMD (Central de Material de Descarte) 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 (seis) Não recolheu por razões originadas pelo cliente:** Esse item indica que a equipe de coleta foi ao local, mas ficou impossibilitada de concluir o recolhimento, devido a alguma razão originada pela área geradora. (Ex: obstrução de área, baixa geração de resíduo).
- **Item 7 (sete) Cancelamento do recolhimento acordado com o cliente:** Esse item é usado para aliviar 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).

4 GEOPROCESSAMENTO E ANÁLISE ESPACIAL

Neste capítulo é apresentada uma breve revisão da literatura sobre conceitos, definições e ferramentas necessárias ao entendimento e desenvolvimento deste trabalho tais como geoprocessamento, sistema de informações geográficas (SIG) e análise espacial, roteirização, interpoladores espaciais e técnicas de geração de superfície.

Nos últimos anos os estudos envolvendo geoprocessamento e análise espacial vem se tornando cada vez mais comuns devido à disponibilidade de SIG. As informações obtidas através destes estudos vêm sendo frequentemente utilizadas por órgãos governamentais e empresas privadas como fonte de dados e informações para tomada de decisão e planejamento estratégico (CÂMARA, 2002).

Segundo Moura (2003), a palavra Geoprocessamento é o hibridismo do termo grego *gew* (Terra) com o termo latino *processus* (progresso, “andar avante”), significando implantar um processo que traga um progresso, um andar avante, na representação da superfície da Terra.

Podemos dizer que Geoprocessamento é o uso automatizado de informação que de alguma forma está vinculada a um determinado lugar no espaço, seja por meio de um simples endereço ou por coordenadas geográficas.

O geoprocessamento é definido como resultado da integração de tecnologias de informática, mapeamento e sensoriamento remoto como:

- Topografia e Cartografia Digital;
- Sistema de Posicionamento Global (GPS);
- Sensoriamento Remoto (SR);
- Processamento Digital de Imagens (PDI);
- Sistemas de Informações Geográficas (SIG);
- Sistemas Gerenciadores de Bancos de Dados (SGBD);

Estas tecnologias possuem características que as individualizam, porém são agrupadas entre as que permitem a aquisição de dados (Sensoriamento

Remoto, Cartografia Digital e Sistema de Posicionamento Global), aquelas que permitem a coordenação, o gerenciamento e a exposição dos dados (SGBD, Cartografia Digital e SIG) e as que permitem o processamento dos dados (PDI, SGBD e SIG). Algumas se enquadram em mais de um grupo devido às várias possibilidades de trabalho que permitem, mas todas se convergem para o SIG.

Com os programas de manipulação de dados no suporte lógico (software) e os componentes técnicos de suporte material (hardware), trabalhar com Geoprocessamento constitui utilizar computadores como instrumentos de manuseio de dados para representação digital do espaço geográfico.

Compreender a distribuição espacial de dados oriundos de fenômenos ocorridos no espaço constitui hoje um grande desafio para o esclarecimento de questões centrais em diversas áreas do conhecimento, seja em transporte, saúde, meio ambiente, geologia, agronomia, entre outras. Tais estudos vêm se tornando cada vez mais comum, devido à disponibilidade de sistemas de informação geográfica (SIG) de baixo custo e com interfaces amigáveis.

São várias as Ciências que se favorecem com os resultados que o Geoprocessamento fornece. Atravessando limites científicos disciplinares através dos trabalhos de localização dos fenômenos e equacionamento e esclarecimento das condições espaciais, o Geoprocessamento é:

“uma tecnologia transdisciplinar, que, através da axiomática da localização e do processamento de dados geográficos, integra várias disciplinas, equipamentos, programas, processos, entidades, dados, metodologias e pessoas para coleta, tratamento, análise e apresentação de informações associadas a mapas digitais georreferenciados.”(ROCHA, 2002, p.210).

4.1 Sistemas de informação geográfica

Para Teixeira (1992) um Sistema de Informação Geográfica (SIG) é um sistema baseado em computador que permite ao usuário coletar, armazenar, manusear dados georreferenciados. Pode ser visto como uma combinação de hardware, software, dados, metodologias e recursos humanos que operam de forma harmônica para produzir e analisar informações geográficas. Esta definição caracteriza de uma forma genérica os produtos que se destinam ao suporte de aplicações envolvendo dados geográficos.

Alguns autores definem SIG privilegiando determinadas características. Segundo Marble e Peuquet (1983), as aplicações e usos do SIG dependem da existência de um sistema eficiente e lógico que possa transformar e associar elementos cartográficos a banco de dados. Burrough (1998) define SIG como um conjunto poderoso de ferramenta para coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar dados sobre o mundo real. Para Cowen, (1988) SIG é um sistema de suporte à decisão que integra dados referenciados espacialmente num ambiente de respostas e problemas. Goodchild (1985) diz que o valor potencial maior de sistemas de informação geográfica está em sua capacidade de analisar dados espaciais. Já para Smith (1987) SIG compreende um banco de dados indexados espacialmente, sobre o qual opera um conjunto de procedimentos para responder a consultas sobre entidades espaciais.

De uma forma abrangente CÂMARA (1993) define como SIGs os sistemas cujas principais características são: "integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados de censo e de cadastro urbano e rural, imagens de satélites, redes, dados e modelos numéricos de terrenos; combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação, para gerar mapeamentos derivados; consultar, recuperar, visualizar e imprimir o conteúdo da base de dados geocodificados"

Em estudos recentes LONGHLEY et al. (2013) definem SIG como uma classe especial de sistemas de informação que controlam não apenas eventos, atividades e coisas, mas também onde esses eventos, atividades e coisas acontecem ou existem.

O sistema de informação geográfico (SIG) é composto por vários componentes inter-relacionados, derivando a palavra sistema. A palavra informação deve-se ao fato do SIG permitir a conversão de dados em informações a partir de manipulações e consultas interativas sobre os dados armazenados.

A figura 16 representa os componentes de um SIG. Estes compreendem a interface com usuário, entrada e integração de dados, consulta e manipulação, saída de dados e sistema de gerência de banco de dados.

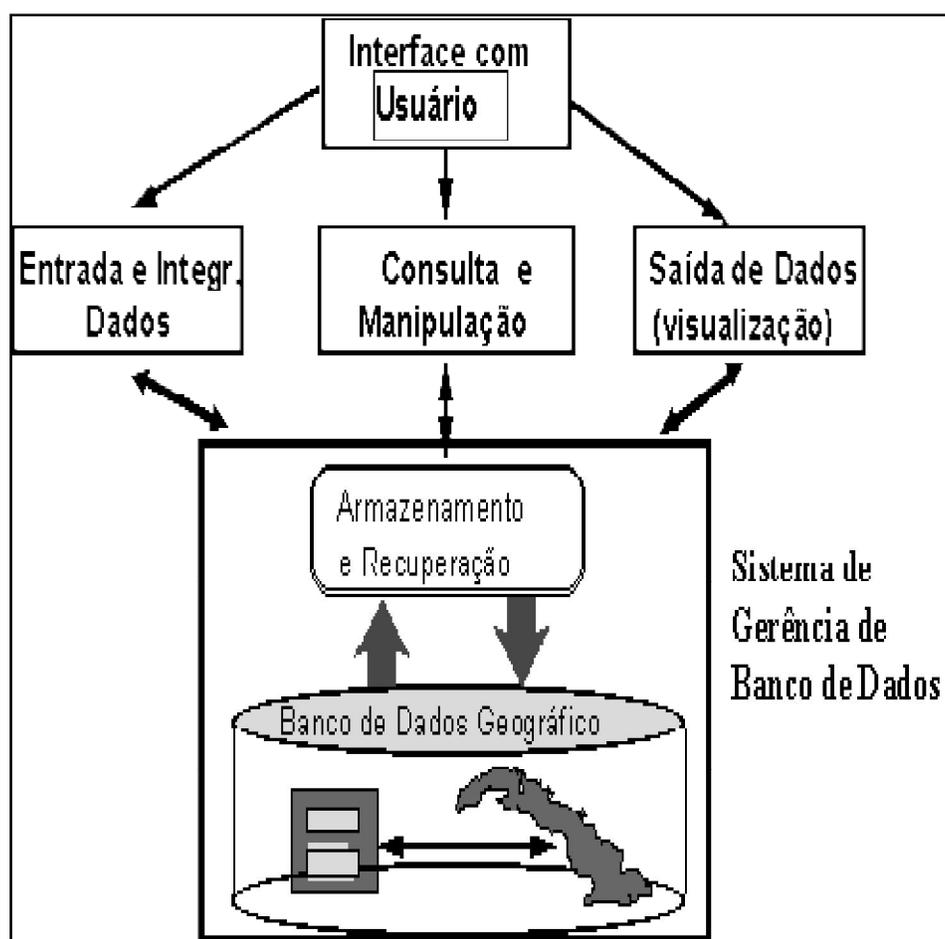


Figura 16 – Componentes de um SIG
Fonte: Câmara et.al (2001).

Cada sistema de informações geográficas, em função de seus objetivos e necessidades, implementa estes componentes de forma distinta, mas todos estão presentes em um SIG (Câmara Neto, 1995).

O método científico da Informação Geográfica (IG) deve garantir transparência de premissas e métodos, objetividade, capacidade de reprodução de análises e métodos de validação (Longley et al, 2013).

4.2 Roteirização

Segundo Araújo (2003) roteirização pode ser definida como sendo a determinação da melhor sequência que vias e/ou ponto que devem ser percorridos por veículos, objetivando o atendimento das demandas por serviços com o intuito de minimizar os custos operacionais, as distâncias percorridas ou os tempos dos trajetos.

Quando se avalia o termo roteirização de veículo, Cunha (2001) aponta que, embora não encontrado nos dicionários de língua portuguesa (do inglês routing ou routeing), o termo roteirização vem sendo utilizado para designar o processo de determinação de um ou mais roteiros ou seqüências de paradas a serem cumpridos por veículos de uma frota, objetivando visitar um conjunto de pontos geograficamente dispersos, em locais pré-determinados, e que necessitam de atendimento.

O primeiro problema deste tipo a ser estudado foi o clássico problema do caixeiro viajante (traveling salesman problem – TSP), na qual se precisava definir um roteiro para uma sequência de cidades a serem visitadas por um caixeiro viajante, tentando minimizar a distância total percorrida e assegurando que cada cidade fosse visitada exatamente uma vez. O problema do caixeiro viajante é um problema do tipo combinatorial, pois trata das diversas seqüências de visitação de um conjunto de cidades, de tal modo que um conjunto destas seqüências atingirá a melhor distância possível (Negreiros, 1996). Novas restrições vêm sendo incorporadas ao problema do caixeiro viajante, inserindo agentes que representam os diferentes tipos de problemas que envolvem roteiros de pessoas e veículos, como: horário de atendimento, capacidades dos veículos, frotas compostas por veículos de diferentes tamanhos, duração máxima dos roteiros (distância e tempo), restrições de tipos de veículos, entre outros.

Há um conjunto muito grande e diversificado de problemas que envolvem a roteirização de veículos, mas o princípio básico da roteirização está relacionado com os conceitos de aplicativos de rede.

Para Lorena e Narciso (2009), os problemas de localização e roteirização podem ser tratados como modelos em redes. Segundo os autores, estes problemas ocorrem, tipicamente, em um espaço discreto – no qual o número de locais possíveis e o número de caminhos entre os locais são finitos.

O processo de modelagem de sistemas de transportes, visando sua simulação e otimização, baseia-se na representação matemática de redes, conhecida como grafos, que permitem a aplicação de algoritmos de simulação e otimização dos fluxos de transportes (Christofides, 1975).

Na representação dos sistemas de fluxos, os grafos são estruturas compostas por um conjunto de nós $N = \{n_1, n_2, \dots\}$ e um conjunto de arcos $A = \{a_1, a_2, \dots\}$, sendo que cada arco a_i , pertencente a A , está associado a dois nós n_p e n_q , pertencentes a N . Na figura 17 é apresentada a representação gráfica de um grafo formado por um conjunto de nós e arcos.

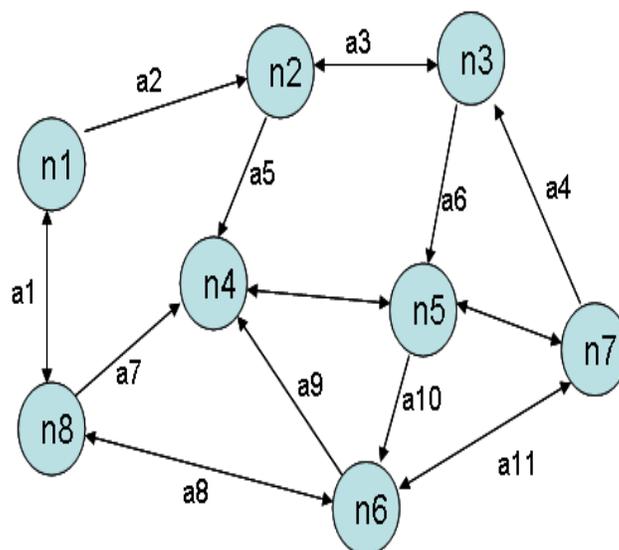


Figura 17 – Exemplo de um grafo
Fonte: Freitas (2003)

Segundo Pallavicini (2001), uma rota ou caminho é uma sequência de arcos distintos que une dois nós, sem importar a direção do fluxo de cada arco.

As informações gráficas de redes são armazenadas em coordenadas vetoriais, com topologia arco-nó: os atributos de arcos incluem o sentido de fluxo e os atributos dos nós sua impedância. Para o caso das impedâncias relacionadas à coleta de resíduos, podemos levar em consideração as características das vias como: calçamento, declividade, trânsito, largura e quantidade de vias, entre outros.

4.3 Interpoladores espaciais

A distribuição espacial de dados originários de fenômenos ocorrido no espaço traz um desafio essencial ao esclarecimento de questões em diversas áreas do conhecimento como a geologia, agronomia, engenharias, ambiente, saúde entre outros.

Interpolação espacial é o procedimento para se estimar valores de propriedades de locais não amostrados, baseando-se em valores de dados observados em locais conhecidos (Burrough, 1986)

São diversos os interpoladores empregados para definir a variabilidade espacial de um fenômeno e dependendo do trabalho em que se anseia fazer haverá a necessidade de gerar superfícies contínuas de interpolação a partir de eventos ou padrões pontuais. O interpolador utilizado neste trabalho foi o de triangulação de Delaunay (rede de triângulos irregulares).

Um dos elementos básicos para a interpretação digital da superfície terrestre são os Modelos Digitais de Terreno (MDT). Os dados de um Modelo Digital de Terreno são representados por coordenadas 3D (x, y, z) onde x e y indicam o posicionamento da amostra relacionando-a a um sistema de coordenadas e z representa o valor da propriedade a qual esta sendo analisada.

Segundo Osvaldo Junior & Bonetti (1996), os modelos digitais podem receber diversas denominações tais como: Modelos Digitais de Terreno (MDT), Modelos Numéricos de Terreno (MNT) e Modelos Digitais de Elevação (MDE), sendo na literatura estrangeira o termo DEM (Digital Elevation Model) o mais difundido.

Entre os usos de modelos numéricos de terreno, pode-se citar (Burrough, 1986): Armazenamento de dados de altimetria para gerar mapas topográficos; Análises de corte-aterro para projeto de estradas e barragens; Cômputo de mapas de declividade e exposição para apoio a análises de geomorfologia e erodibilidade; Análise de variáveis geofísicas e geoquímicas; Apresentação tridimensional (em combinação com outras variáveis).

Embora haja várias estruturas que representam um MDT serão apresentadas apenas as redes de triângulos irregulares (TIN), por ser a estrutura utilizada neste trabalho.

Um TIN (*Triangulated Irregular Network*), Rede Triangular Irregular, consiste em um modelo digital criado a partir de curvas de nível e/ou pontos cotados, aonde ocorre a interpolação dos valores de altitude por meio da criação de triângulos entre uma linha e outra e cria um modelo matemático com valores de altitude. Representa o espaço a partir de um conjunto de triângulos com tamanhos variados.

Na criação de um TIN, os pontos tornam-se os vértices dos triângulos gerados, que por sua vez são conectados por linhas que formam os limites dos triângulos.

Na figura 18 é mostrada a triangulação de Delaunay sobre um conjunto de 100 pontos. A qualidade da definição para a superfície gerada está associada ao maior numero de pontos associados.

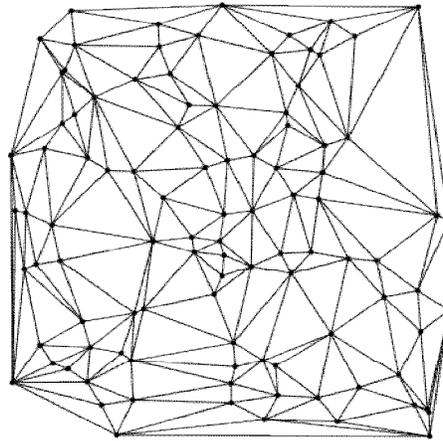


Figura 18 – Triângulos irregulares gerados a partir da triangulação de Delaunay.
Fonte: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Delaunay_Triangulation

Para Câmara et al. (2001) a representação de uma superfície real no computador é indispensável à elaboração e à criação de um modelo digital, que pode estar representado por equações analíticas ou uma rede (grade) de pontos, de modo a transmitir ao usuário as características espaciais do terreno. São várias as aplicações da triangulação de Delaunay, que a partir da TIN podem-se elaborar mapas de declividade, sombras, suscetibilidade e distância, entre outros. Outra aplicação da TIN se refere à elaboração de modelos tridimensionais de elevação extraídos a partir de uma imagem de satélite e uma curva de nível que em conjunto permite a visualização geomorfológica da área a ser estudada.

4.4 Utilização de SIG na gestão e transporte de resíduos sólidos

A utilização do SIG na Gestão de Resíduos Sólidos é encontrado na literatura em vários trabalhos, alguns desenvolvidos por Samizava (2008), Dalmas (2008), Brasileiro e Lacerda (2002), Calijuri *et al* (2002), Weber e Hasenack (2002), Brollo (2001), Vieira (1999), entre outros.

Podemos destacar vários autores que empregam o SIG na Gestão dos Transportes, como Rodrigues (2002), Cypriane (2002), Moura (2001), entre outros.

A utilização do SIG na Gestão de Resíduos Sólidos é encontrada, na maioria dos trabalhos apresentados na literatura, usando valores médios constantes para parâmetros dentro das áreas selecionadas ou área total em estudo (Teixeira et al.,2004). Podemos compará-lo com outro modelo apresentado na literatura onde utilizavam a taxa média de acúmulo de resíduos em cada tipo de recipiente separadamente estimado no histórico de peso e rota (Nuortio et al.,2006).

Já Johansson (2006), trata de exatidão das informações. Ele introduziu uma programação dinâmica para a coleta de resíduos obtendo informações em tempo real através de um sensor de nível colocado dentro dos recipientes. Faccio et al.(2011), por sua vez, apresentaram um modelo mais inovador, implementando dispositivos modernos de rastreabilidade em recolhimento de resíduos (por exemplo, sensores volumétricos, RFID, GPRS e GPS), apresentando um modelo de roteirização multi-objetivo para o recolhimento de resíduos baseado na integração das informações ou entrada dos dados de rastreabilidade em tempo real, sendo eles; volume exato e posição exata dos veículos, tempo real gasto para cada rota e para cada tipo de resíduo. Com essa precisão das informações os resultados são mais confiáveis que os métodos estáticos. Faccio et al. (2011) defendem que mesmo que a implantação para esse modelo de otimização de roteirização requeira um investimento considerável em equipamentos, o mesmo pode ser compensado pelo ganho de técnicas e benefícios econômicos.

Podemos perceber que os modelos acima apresentam características e metodologias inovadoras a fim de se obter a redução do custo operacional (manutenção dos veículos, mão de obra e combustível) envolvidos na coleta e transporte de resíduos. Destaco o modelo de Faccio et al., (2011) pois trabalha com os principais dados em tempo real, pois o planejamento de rotas proposto baseado em informações mais precisas torna-se mais realista do que os métodos estáticos utilizados .

Otimização de rotas para coleta de resíduos e transporte é outra forma de reduzir os custos de operação. Tal processo de otimização pode ser executado sozinho, mantendo inalterado o número de recipientes ou coletores

(Komilis,2008; Simonetto e Borenstein,2007), ou pela combinação das estratégias de otimização de rotas, ajustes, realocação ou substituição de coletores para uma forma mais adequada (McLeod e Cherrett,2008; Zamorano et al.,2009).

Os métodos SIG simplificam significativamente a otimização dos processos de roteirização de veículos, onde os resultados do processo podem ser visualizados de forma eficiente. Por exemplo, para se calcular o consumo de combustível e a quantidade de gases poluentes emitidos pelos veículos são consideradas as informações em tempo real ao invés de usar as médias. Podemos citá-los; dados reais das velocidades de cada tipo de veículo, peso da carga, tipo de carga (tipos de resíduos) e levando ainda em consideração o tipo de estrada ou rota percorrida.

Podemos concluir que o SIG permite um planejamento eficaz e uma eficiente gestão de cada sistema proposto. Dependendo da área e projeto podemos usar essa tecnologia para otimizar ou não as seguintes variáveis: tipo de veículo, tipo e peso de carga ou recipientes. Podem existir situações onde será cabível a otimização de veículo e manter inalteradas as quantidades de coletores e rota, ou ainda situações onde serão preciso ajustes em duas ou em todas variáveis.

5 METODOLOGIA

No Capítulo 3 – Seção 3.2 foram apresentadas as etapas da Gestão de Resíduos Sólidos Industriais de Carajás, mostrando os procedimentos operacionais realizados pela empresa VALE relativos a separação, acondicionamento, armazenamento e disposição dos resíduos bem como demonstrada a forma como são realizadas e medidas as coletas dos resíduos industriais de Carajás. No presente capítulo será apresentada a metodologia inserida na gestão destes resíduos no que se refere à otimização da coleta através da utilização de técnicas de geoprocessamento e planilhas estatísticas. Na seção 5.1 será apresentada a definição das rotas de coletas dos resíduos industriais de Carajás através da aplicação do Geoprocessamento; na Seção 5.2 a forma de utilização das planilhas estatísticas que acompanham a gestão da coleta dos resíduos industriais de Carajás, bem como o trabalho continuado de conscientização ambiental dos envolvidos.

A área de estudo para aplicação das metodologias propostas neste trabalho compreende todos os processos operacionais da VALE na exploração do minério de ferro de Carajás que necessitam da coleta dos resíduos gerados. Estão incluídos nestes processos as Minas e Usina conforme apresentado no mapa abaixo.

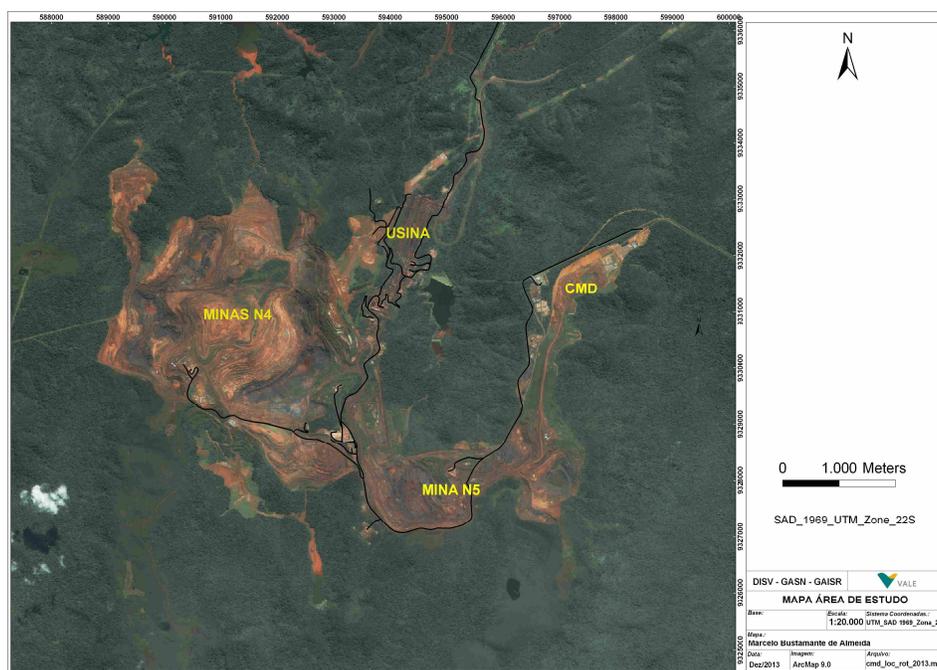


Figura 19. Mapa aéreo de Localização do distrito industrial de Carajás

5.1 Definição de rotas de coleta através do Geoprocessamento

Os passos utilizados na metodologia adotada para a definição de rotas estão resumidos na figura 20, abaixo:

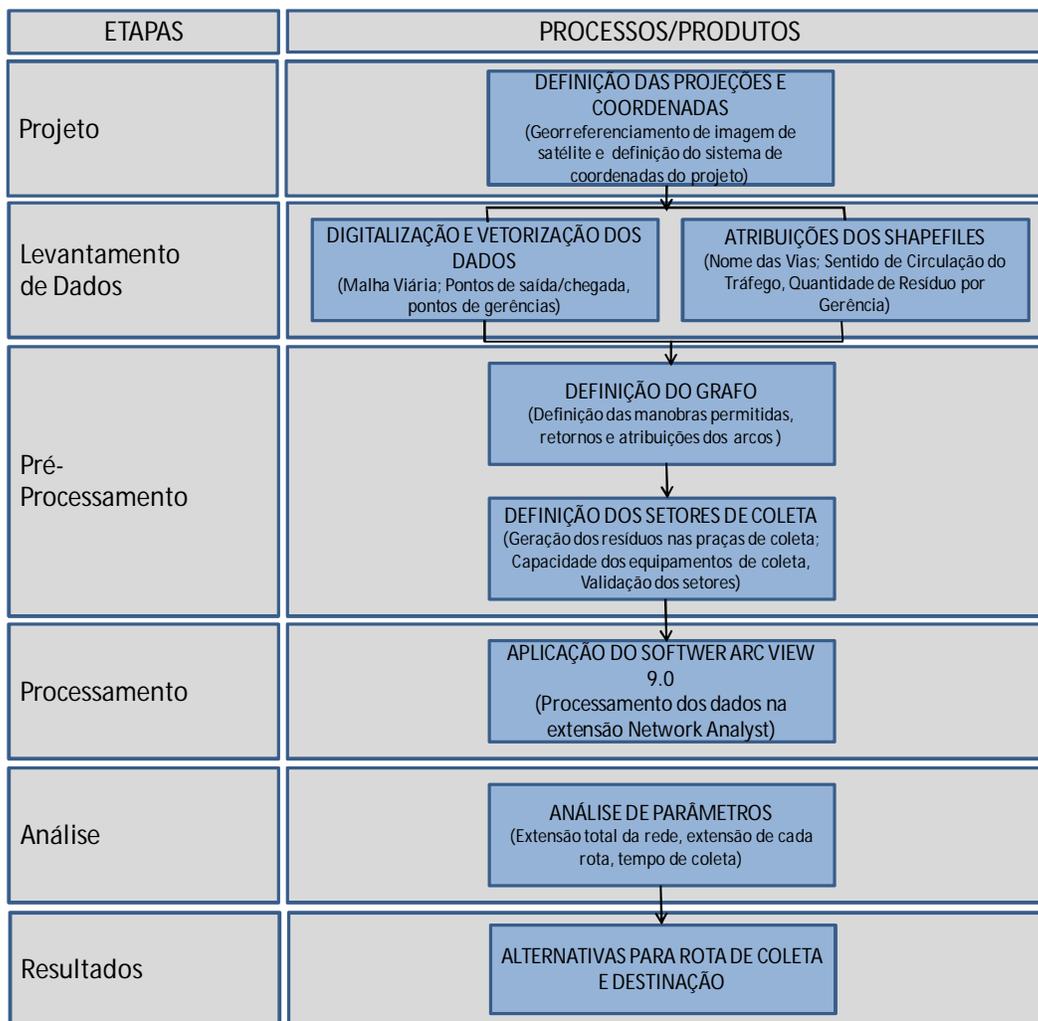


Figura 20. Fluxograma da metodologia para roteirização de coleta dos resíduos.

A primeira etapa no processo de pesquisa deste trabalho foi adquirir uma imagem de satélite que englobasse toda a área de estudo. Assim a VALE cedeu uma imagem de satélite IKONOS de 2012. Também foi cedida pela VALE a licença de instalação do software conhecido com Arc View na extensão 9.0. Com a licença instalada foi realizado o processo de georreferenciamento da imagem Ikonos utilizando-se o sistema de coordenadas UTM (Universal

Transversa de Mercador) e o sistema de referência espacial conhecido como Datum SAD 69 (South American Datum 1969).

A partir da imagem de satélite Ikonos juntamente com bases CAD adquiridas no Arquivo Técnico da VALE deu-se início a digitalização e vetorização da malha viária, pontos de coleta (praças de resíduos), ponto entrega (CMD) e setores (usina e minas). Trabalhos de campo foram realizados paralelamente procurando acertar as localizações geográficas determinadas nos processos digitais acima mencionados. Acertos foram realizados através da utilização de um GPS da marca GARMIN cedido pela VALE, obtendo-se precisões de sete metros para mais ou para menos.

Aos eixos das vias da malha viária foram associadas às seguintes propriedades: número da rota, praças inseridas na rota, placa e tag do veículo coletor, comprimento da rota, sentido de circulação permitida, diretoria, gerência geral e gerência de área de cada praça de resíduo atendida.

Em seguida foi criado o grafo (arcos e vértices) através da extensão Network Analyst – ArcGIS 9.0. Os atributos do grafo foram definidos da seguinte forma:

- regras de conversão: através da configuração *Global Turns* da extensão *Network Analyst* ficou definido a conversão do veículo coletor ao longo de toda a rede. Este atributo não foi incluído para conversões dentro das praças de resíduos, sendo que estas apenas são incluídas no cronograma de coleta se apresentar dimensões seguras para a manobra dos veículos coletores.
- manobras de retorno em “U” ou ré: considerou-se que ao longo da rede não são permitidas as manobras de retorno em “U”, uma vez que foge as regras de trânsito definidas pela segurança da VALE além de não ser considerada a largura das vias na análise; já as manobras de ré só são permitidas em pontos de fim de rede.
- arcos: a cada trecho de rua foram associados os atributos nome, comprimento.

Para a definição dos setores de coleta foi levado em conta à área a ser coletada (usina e seus domínios ou mina), visto a necessidade de permissões especiais para acesso as minas (rádio, antena, carteira de mina).

O itinerário para cada veículo coletor foi obtido utilizando o algoritmo de Dijkstra, que determina o caminho mais curto num grafo dirigido ou não dirigido com aresta de peso não negativo (CORMEN ET al., 2001), cometido na seleção Route da extensão Network Analyst do software Arc View 9.0. Além dos critérios estabelecidos e carregados na barra de ferramentas do Network Analyst, para se definir a distribuição final dos veículos coletores foram levadas em conta as seguintes características:

- tipo de resíduo gerado: grupos conforme definido no procedimento operacional PRO 7451;
- sua forma de acondicionamento: obedecendo às regras de segregação em contentores coloridos conforme código de cores padronizadas internacionalmente e requeridas pela Resolução CONAMA nº 275/2001;
- quantidade gerada: levantada a partir do inventário interno da CMD (Central de Materiais Descartáveis de Carajás) do ano de 2012 e 2013;

O acondicionamento e o tipo de resíduo gerado são importantes, pois estabelecem as possibilidades que um veículo pode ser usado para determinada coleta. Para isso foi separado os principais resíduos e seus sub-grupos segundo o PRO 7451, o tipo de acondicionamento e o veículo coletor conforme tabela 3.

Tabela 3 – Relação resíduo & acondicionamento & veículo coletor

| Sub-grupos | Tipo de resíduos | Acondicionamento | Veículo coletor |
|------------|---|------------------|------------------|
| 01-002 | Bateria chumbo ácida | Tambor | Munck |
| 01-004 | Pilhas Diversas | Tambor | Munck |
| 01-005 | Baterias diversas | Tambor/Pallets | Munck |
| 02-003 | Correia Transportadora sem alma de aço | Caçamba | Poliguindaste |
| 02-004 | Mangueiras, Mangotes, tubos, tiras e juntas | Caçamba | Poliguindaste |
| 02-005 | Pneus veículos diversos | Não há | Munck |
| 02-006 | Pneus de Caminhões fora de estrada | Não há | Contrato externo |
| 02-007 | Correia transportadora com alma de aço | Não há | Contrato externo |
| 03-001 | Entulho misto | Caçamba | Poliguindaste |
| 03-002 | Residuo de Amianto | Caçamba | Poliguindaste |
| 04-012 | Lodo de caixa de sedimentação | Caçamba | Poliguindaste |
| 05-003 | Serragem não contaminada | Caçamba | Poliguindaste |
| 05-010 | Madeiras não recicláveis | Caçamba | Poliguindaste |

| Sub-grupos | Tipo de resíduos | Acondicionamento | Veículo coletor |
|------------|--|------------------|------------------|
| 06-001 | Sucata de ferro | Caçamba | Poliguindaste |
| 06-002 | Sucata de aço | Caçamba | Poliguindaste |
| 06-003 | Sucata de alumínio | Caçamba | Poliguindaste |
| 06-004 | Sucata de Cobre | Caçamba | Poliguindaste |
| 06-006 | Sucata de Bronze | Caçamba | Poliguindaste |
| 06-037 | Sucata de filtro de óleo | Tambor | Munck |
| 07-008 | Bentonita | Caçamba | Poliguindaste |
| 08-001 | Areia ou solo contaminado com óleos e/ ou graxas | Caçamba | Poliguindaste |
| 08-002 | Borra Oleosa | Tambor | Carga Seca |
| 08-003 | Elemento filtrante de filtro de óleo | Tambor | Munck |
| 08-005 | Graxa | Tambor | Munck |
| 08-009 | Óleo lubrificante usado | Tote bens | Munck |
| 08-011 | Resíduo de varrição de oficinas com óleo e graxa | Tambor | Munck |
| 09-001 | Papel branco de escritório | Saco plástico | Carga Seca |
| 10-007 | Plástico rígido, PEAD | Caçamba | Poliguindaste |
| 10-008 | Plástico em geral não contendo resíduo perigoso | Saco plástico | Carga Seca |
| 10-010 | Poliuretano – peças | Caçamba | Poliguindaste |
| 10-012 | Poliestireno expandido (Espuma) e napa | Caçamba | Poliguindaste |
| 11-001 | Lâmpadas fluorescentes | Caixas madeira | Munck |
| 12-003 | Resíduo de alimentação | Caçamba | Poliguindaste |
| 12-004 | Resíduo de limpeza/manutenção de áreas verdes | Não há | Caminhão Garra |
| 12-005 | Resíduos sanitários | Saco plástico | Carga Seca |
| 13-001 | Borras de Tintas | Tambor | Munck |
| 13-006 | Resíduo de embalagens de agroquímica | Tambor | Munck |
| 13-009 | Resíduo de Serviços de Saúde | Saco plástico | Contrato externo |
| 13-013 | Latas de spray vazias | Tambor | Munck |
| 13-020 | Produtos Químicos/ Reagentes de Laboratorios | Tambor | Munck |
| 14-001 | Componentes eletroeletrônicos | Caçamba | Poliguindaste |
| 14-006 | Roleta misto | Caçamba | Poliguindaste |
| 14-010 | Tonner de impressora/copiadora | Tambor | Munck |
| 14-020 | Eletrodomestico | Não há | Munck |
| 15-001 | Big bags | Fardos | Munck |
| 15-004 | Filtros de usados não contaminados com substâncias perigosas | Naõ há | Munck |
| 15-007 | Big bags contaminados com substâncias perigosas | Tambor | Munck |
| 16-001 | Vidros | Tambor | Munck |
| 16-002 | Placas e pedaços de vidro transparente | Tambor | Munck |

Através do inventário de geração dos resíduos industriais das principais praças de Carajás foi levantado o quantitativo gerado entre o período de junho de 2012 a junho de 2013 conforme tabela 04.

Tabela 4 – Geração dos resíduos nas principais Praças de Resíduos

| Geração mensal das principais praças de resíduos em Kg | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Praças | Nome | jun/12 | jul/12 | ago/12 | set/12 | out/12 | nov/12 | dez/12 | jan/13 | fev/13 | mar/13 | abr/13 | mai/13 | jun/13 | média |
| PR 01 | Restaurante Central | 97.190 | 98.790 | 65.970 | 62.330 | 58.540 | 63.100 | 56.220 | 59.320 | 54.730 | 57.930 | 55.270 | 63.690 | 46.740 | 64.602 |
| PR 78 | Restaurante Lego | | | 620 | 3130 | 7230 | 8040 | 7010 | 5940 | 9640 | 5370 | 5040 | 1790 | | 5.381 |
| PR 64 | Pátio de Correias | 18810 | 19510 | 15320 | 26340 | 21880 | 25710 | 23430 | 29330 | 21970 | 13310 | 23440 | 28890 | 24810 | 22.519 |
| PR 63 | MCE (Prangecom) | 3120 | | 50 | 100 | 5120 | 3340 | 2700 | 920 | 2570 | 6300 | | 6740 | | 3.096 |
| PR 57 | Oficina Centralizada_Comboios | 13470 | 14570 | 21280 | 11850 | 9740 | 12160 | 10400 | 19970 | 10850 | 8980 | 11110 | 22550 | 7210 | 13.395 |
| PR 56 | Redes e Linhas | 8300 | 1870 | 1890 | 9130 | 4100 | 5340 | 5760 | 4120 | 1780 | 6380 | 6870 | 7400 | 2690 | 5.048 |
| PR 52 | BSM I | 10040 | 17790 | 11260 | 8340 | 8950 | 7870 | 12570 | 2400 | 12970 | 1220 | 5420 | 3440 | 4600 | 8.221 |
| PR 47 | Área de Bâscula | | | | | | 15800 | 3950 | 5370 | 6630 | 4230 | 6714 | 6480 | 4540 | 6.714 |
| PR 46 | Restaurante N4WN | 300 | 8070 | 1940 | 5920 | 3730 | 4950 | 10310 | 5970 | 7490 | 5910 | 4320 | 1920 | 1450 | 4.791 |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|-------------------------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|---------|
| PR 45 | Oficina de Motobomba | 6720 | 6960 | 6690 | 5930 | 3870 | 3210 | 4580 | 10990 | 5000 | 330 | 290 | 5080 | 6060 | 5.055 |
| PR 43 | Armazém CMP | 2150 | 620 | 2360 | 660 | 840 | 1760 | 1700 | 1070 | 840 | 3770 | 420 | 660 | 2460 | 1.485 |
| PR 42 | BSM III | 7610 | 8870 | 1440 | 13440 | 8220 | 1210 | 10820 | 7830 | 9340 | 11800 | 2110 | 18800 | 7820 | 8.408 |
| PR 24 | Armazém do ASMEC | 18020 | 24810 | 5930 | 12070 | 7270 | 43750 | 14970 | 18380 | 9710 | 15070 | 11710 | 9380 | 1890 | 14.843 |
| PR 23 | Lavador N5 | 50060 | 22360 | 28170 | 42800 | 14450 | 39870 | 35090 | 34510 | 33920 | 32010 | 5500 | 32420 | 19700 | 30.066 |
| PR 22 | Oficina N5 | 29180 | 27720 | 29300 | 38810 | 36610 | 27750 | 45690 | 20920 | 11240 | 26860 | 34990 | 28000 | 32710 | 29.983 |
| PR 21 | Transportinho de N5 | | 13520 | 1320 | 5190 | 5400 | 8560 | 1420 | 1650 | 5030 | 3900 | 2150 | 10470 | 8790 | 5.617 |
| PR 19 | Laboratório N4 | 69530 | 72370 | 67760 | 78370 | 95940 | 97690 | 130380 | 80230 | 87270 | 97390 | 115160 | 109780 | 86160 | 91.387 |
| PR 17 | Área de Montagem N4WN | 18840 | 20440 | 22150 | 17340 | 15820 | 10350 | 11130 | 8470 | 7330 | 1930 | 730 | 2340 | 80 | 10.535 |
| PR 16 | Oficina de N4WN | 70200 | 55070 | 50690 | 44690 | 28850 | 62050 | 45200 | 42460 | 36100 | 53520 | 64080 | 94740 | 62210 | 54.605 |
| PR 15 | Oficina Centralizada | 152820 | 159890 | 89670 | 113030 | 88790 | 97870 | 113540 | 111360 | 157930 | 84120 | 137040 | 166860 | 86740 | 119.974 |
| PR 14 | Praça de resíduos GAMAN | 17750 | 23390 | 21030 | 29440 | 37610 | 23870 | 35190 | 13160 | 27100 | 43050 | 15740 | 39170 | 11040 | 25.965 |
| PR 13 | Oficina de Campo | 51430 | 26410 | 22970 | 36020 | 20450 | 34590 | 51360 | 41940 | 66330 | 47860 | 37230 | 38000 | 35770 | 39.258 |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|
| PR 12 | Peneiramento II | 9490 | 29310 | 15683 | 31540 | 28660 | 25400 | 20440 | 28690 | 10530 | 27960 | 20930 | 14950 | 17260 | 21.603 |
| PR 11 | Britagem II | 11950 | 3590 | 10730 | 7500 | 3970 | 10900 | 19840 | 19370 | 39930 | 19180 | 24370 | 11670 | 10670 | 14.898 |
| PR 06 | Praça de resíduos GATON | 36180 | 77760 | 57370 | 58720 | 118320 | 93460 | 49470 | 56380 | 70860 | 128620 | 57490 | 69840 | 91870 | 74.334 |
| PR 04 | Filtragem de Prensa (Larox) | 13150 | 12950 | 11830 | 5530 | 14470 | 31840 | 43380 | 16410 | 14340 | 9590 | 10520 | 19960 | 10080 | 16.465 |
| PR 03 | Restaurante PCM | 11420 | 8150 | 10230 | 8850 | 10600 | 9690 | 9350 | 11510 | 8230 | 10540 | 10130 | 12810 | 1390 | 9.454 |
| PR 02 | Oficina de Subconjunto | 9370 | 11710 | 13050 | 21290 | 14780 | 22600 | 16550 | 12660 | 19490 | 14010 | 18420 | 20880 | 8320 | 15.625 |

Para estes dados levou-se em consideração apenas os resíduos coletados pela frota da CMD (Central de Materiais Descartáveis).

5.2 Gestão das coletas através de planilhas estatísticas

Para todo início de mês, a planilha de cronograma de previsão de coleta dos resíduos industriais de Carajás é feita e começa a ser preenchida dia a dia conforme os serviços de coleta vão sendo realizados. Conforme apresentado no Capítulo 3, seção 3.2 para cada coleta prevista no dia, a célula correspondente deverá ser preenchida utilizando-se os códigos 2, 4, 5 ou 6. As possíveis respostas se fixam a estes códigos conforme as situações do cotidiano da coleta.

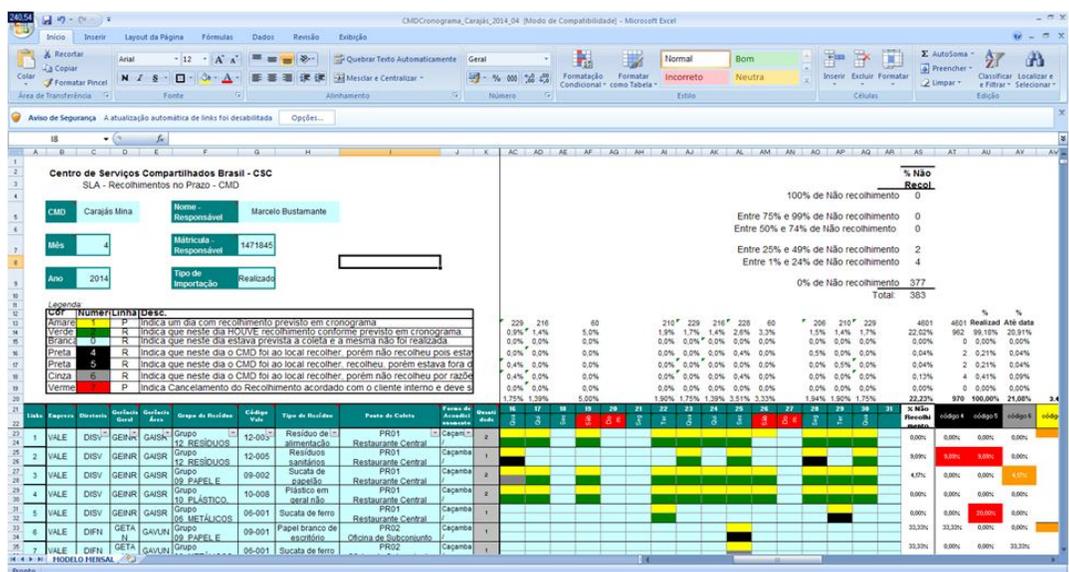


Figura 21. Cronograma mensal de coleta de resíduos.
Fonte: Portal PMP da VALE

No cronograma, o código 1 (amarelo) indica datas definidas para recolhimento. O código 2 (verde) identifica a coleta realizada conforme previsto. Os códigos 4 e 5 (preto) referem-se respectivamente: ao não recolhimento do resíduo por estarem fora do padrão de segregação; ao recolhimento de resíduo não segregado corretamente, porem descoberto apenas na CMD (Central de Materiais Descartáveis). No momento da coleta o motorista que identificar este problema deverá preencher o RG – 01 (Registro de Não Recolhimento de Resíduo), conforme Apêndice A, e apresentar ao fiscal de coleta. No caso do

código 5, é emitida uma notificação ao responsável da praça de resíduo e no caso de reincidência a notificação segue para o supervisor da área.

Ao fim do mês, com o cronograma de coleta preenchido, os valores são transferidos para a planilha de controle e monitoramento. Analisando a planilha são levantadas as praças de resíduo que não tiveram os 50% do recolhimento do total previsto para cada código da legenda.

Ao identificar as praças de resíduos que não tiveram 50% de seu recolhimento para os códigos 4 e 5, falta de segregação, é realizado um trabalho de conscientização ambiental dos envolvidos. A primeira etapa consiste em comunicar ao responsável da praça de resíduo o histórico de não recolhimento por falta de segregação. Uma data é marcada para visita técnica a praça de resíduo com a participação dos responsáveis visando entender os motivos que estão levando a falta de segregação. São observados vários pontos como estrutura física, localização, cores e tamanho dos contenedores, extensão da área geradora e seus geradores. Observado alguma inconsistência, um relatório com prazo para adequação é enviado ao responsável da praça. Também nesta etapa é marcada uma data para que alguém da CMD, geralmente a técnica de meio ambiente, realize o treinamento dos procedimentos conforme PRO 7451 separação, acondicionamento, armazenamento e disposição dos resíduos, para todos os usuários da praça com intuito de orientar esses profissionais. É importante que o processo ocorra com envolvimento do responsável e usuários da praça, não apenas para conscientizar as pessoas, mas também para cobrá-las o correto emprego dos procedimentos ensinados.

O código 6 (cinza) - Indica que não houve coleta por razões originadas pelo cliente. O motorista também deverá preencher o RG 01 (Registro de Não recolhimento de Resíduo) identificando no documento o motivo pelo não recolhimento. Geralmente o motivo se refere a quatro ocorrências típicas nas operações: obstrução no acesso à praça de resíduo (guindastes, muncks, obras e/ou cadeados); caçamba irregular; baixa geração de resíduo ou falta de MID (Manifesto interno de descartáveis).

Havendo um histórico de 50% de não recolhimento por praça obstruída, os responsáveis da área devem realocar a praça para outro local ou adequar sua operação interna a fim de sanar o problema. Para os casos de baixa geração de resíduo, o mesmo é retirado do cronograma e passa a ser coletado apenas através do chamado esporádico conforme apresentado na Figura 8 – Fluxograma de Recolhimento Esporádico, do Capítulo 3, item 3.3.

Existe uma hierarquia para tratativa, onde, primeiro se resolve com o responsável pela praça de resíduo, depois pelo supervisor da área e não resolvendo envolve-se o gerente da área e a GABAN (Gerência de Meio Ambiente).

É importante ressaltar que o controle das coletas era realizado até 2013 utilizando o cronograma preenchido manualmente. A partir de janeiro de 2014, com intuito de melhorar a visualização destes dados foi inserido equações que quantificavam os números da planilha de cronograma e estes foram transportados para uma nova planilha chamada de planilha de monitoramento e controle de coletas.

Com essa simples mudança foi notória a rapidez e clareza que as informações começaram a ser vista com a inserção da equação no cronograma de coleta e a criação da planilha de monitoramento onde os dados eram transportados.

6. RESULTADOS

A partir das aplicações metodológicas apresentadas no Capítulo 5, serão apresentados neste Capítulo os resultados e discussões.

6.1 Definição de rotas de coleta através do Geoprocessamento

Ao aplicar a metodologia descrita no Capítulo 5 – Seção 5.1, através do software *ArcGIS 9.0* utilizando-se da extensão *Network Analyst*, obteve-se o mapa geral contendo informações como setores, praças de coletas, rotas e distancia total percorrida conforme figura 22.

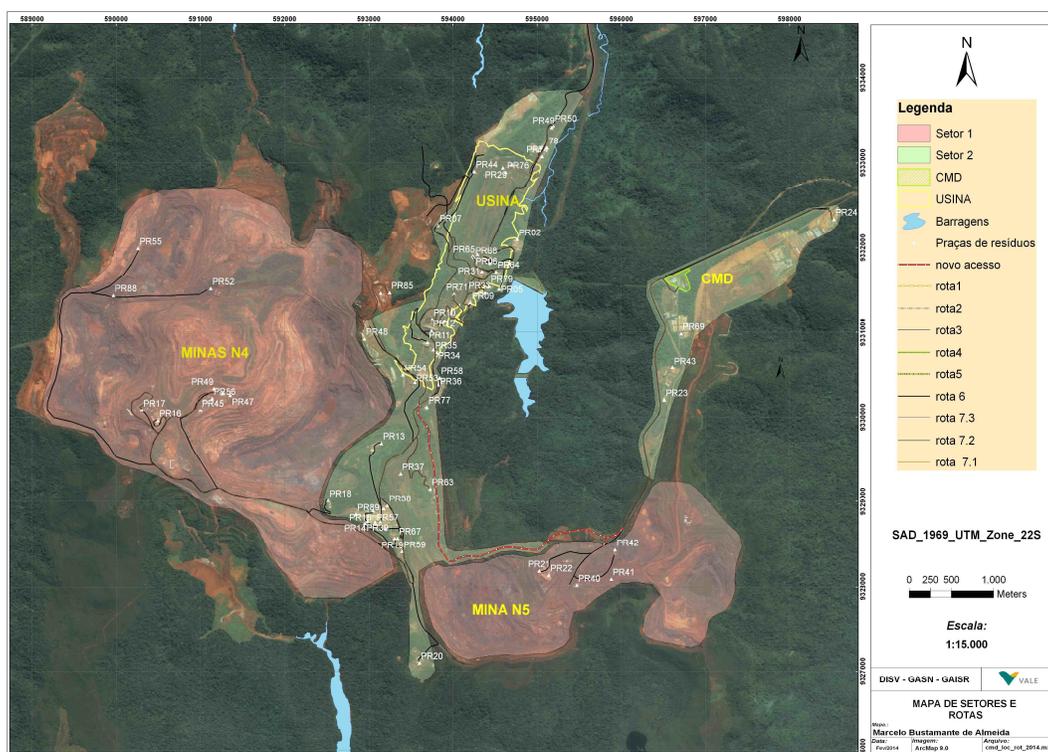


Figura 22. Mapa geral de setores e rotas de coleta

Antes deste estudo não havia roteirização da frota sendo que a mesma era realizada sem controle efetivo das distâncias percorridas, do melhor trajeto ou até mesmo do número de viagem de cada veículo. Não tendo uma visualização geográfica da área, não era possível notar as distâncias mais próximas, as praças que poderiam estar sendo atendidas conjuntamente por determinado veículo ou até mesmo se havia cruzamento de dois veículos em determinadas rotas. O não conhecimento destes parâmetros foi evidente principalmente para os veículos carga seca que coletam várias praças de resíduos no mesmo dia.

Neste caso um veículo carga seca coletava em uma determinada praça que estava próximo de outra praça sendo coletado por outro veículo. Isso gerava improdutividade visto que apenas um veículo coletor poderia estar coletando o resíduo de todas as praças de uma determinada região diminuindo a distância e o tempo de coleta. A partir da roteirização para cada veículo carga seca, os mesmos começaram a coletar em uma área determinada sem haver cruzamento entre eles.

Com os parâmetros geográficos definidos para cada rota e o levantamento da geração de resíduo, foram distribuídas a frota de veículos para atendimento das praças conforme tabela 5.

Tabela 5 – Frota de Veículos Coletores

| DISTRIBUIÇÃO DA FROTA DE VEÍCULOS COLETORES | | | | | | |
|---|-------|-----------------------|------|---------------------|--|-----------------------------------|
| PLACA | TAG | Veículo | Rota | Extensão total (km) | Praça | Qdade Caçambas (C) e/ou Baias (B) |
| PEF-6962 | HA247 | POLIGUINDASTE DUPLO | 1 | 9,87 | 1 (Exclusivo para Restaurante Central) | 40 (C) |
| PEF-8364 | HA697 | POLIGUINDASTE DUPLO | 4 | 11,02 | 02,03,04,11,12,39,66 | 25 (C) |
| PEF-6922 | HA249 | POLIGUINDASTE DUPLO | 6 | 17,89 | 18,21,42,45,46,47,52,56,73,88 | 29 (C) |
| PEF-8284 | HA698 | POLIGUINDASTE DUPLO | 5 | 14,98 | 06,14,15,19,23,76,81,84 | 32 (C) |
| PFO-9532 | HA582 | POLIGUINDASTE SIMPLES | 2 | 11,93 | 13,19,22 | 28 (C) |
| PEF-7012 | HA616 | POLIGUINDASTE SIMPLES | 3 | 15,75 | 08,16,17,63,79,85 | 25 (C) |
| PFO-9552 | HA251 | POLIGUINDASTE SIMPLES | 8 | 13,12 | 22,24,43,57,64 | 21 (C) |
| PEV-7263 | HA253 | CARGA SECA | 7.1 | 22,97 | 02,03,04,05,07,08,10,13,22,25,26,27,28,30,31,35,36,37,41,44,49,50,51,61,63,68,71,74,83 | 29 (B) |
| MTZ-2078 | HA263 | CARGA SECA | 7.2 | 21,11 | 09,11,12,24,29,32,33,34,43,53,56,58,65,69,70,72,80,81,84,85,87 | 21 (B) |
| KKA-7446 | HA250 | CARGA SECA | 7.3 | 18,65 | 01,14,20,21,23,38,40,42,46,52,59,60,67,75,78,79,82,86 | 18 (B) |
| PET-2702 | HA703 | MUNCK | O.S | | Atendimento a Ordem de Serviço (Chamado SPOT) | |
| PET-2712 | HA254 | MUNCK | O.S | | Atendimento a Ordem de Serviço (Chamado SPOT) | |
| PET-2692 | HA264 | MUNCK | O.S | | Atendimento a Ordem de Serviço (Chamado SPOT) | |

Os veículos Muncks coletam principalmente os resíduos classe 1 que estão acondicionados em tonéis e/ou tambores. Estes resíduos possuem padrões que precisam estar em concordância para que sejam coletados como: estar condicionados em tambores com cores padrões, em bom estado (sem ferrugem, furos ou amassados), limpos, etiquetados e colocados em pallets padronizados. Os maiores geradores são as oficinas de manutenção de caminhão que possuem áreas específicas para preparar e conservar os recipientes que acondicionam os resíduos classe 1, além disso, essas gerências possuem uma meta de geração pré-determinada pela GABAN (Gerência de Meio Ambiente). Para que haja o controle determinado pela gerência de Meio Ambiente e que não recebam notificações da CMD no ato da coleta, os responsáveis das praças preferem solicitar o seu recolhimento apenas através de chamados esporádicos, quando tiverem certeza que aquele resíduo está adequado para ser coletado e que a sua geração não esteja além do determinado naquele mês. Outro uso comum para os Munck são as coletas de peças maiores de ferro, aço e/ou alumínio e nestes casos também os chamados são esporádicos visto que a geração dos mesmos não é recorrente.

Podemos observar que o caminhão poliguindaste duplo de placa PEF-6962 é exclusivo para coleta dos resíduos gerados na praça do restaurante central onde são coletadas 40 caçambas/semanais. Mesmo estando na 4^o colocação dos maiores geradores de resíduos entre as praças (tabela 4), o número de viagens necessárias para as coletas é menor entre os três maiores geradores em comparação com a praça do restaurante central. Isso se deve ao tipo de resíduo gerado pela atividade de cada gerência. Enquanto umas geram minério contaminado, tiras e mantas, óleos e graxas que são resíduos pesados, outros geram resíduos leves, porém em grande proporção, necessitando uma periodicidade maior no recolhimento como é o caso do restaurante central.

As operações da VALE são muito dinâmicas e quando um restaurante é aberto para atender um projeto extra, os resíduos são geralmente encaminhados para a praça de resíduo do restaurante central se fazendo necessárias adequações no atendimento.

6.2 Gestão das coletas através de planilhas de controle

O uso da planilha de controle e monitoramento se iniciou em janeiro de 2014, porém, já havia um histórico dos cronogramas de coleta das praças dos dois anos anteriores, estes dados foram transferidos para a planilha de controle e monitoramento, obtendo-se os valores para os códigos 4, 5 e 6 das praças de coletas conforme figura 23 e 24.

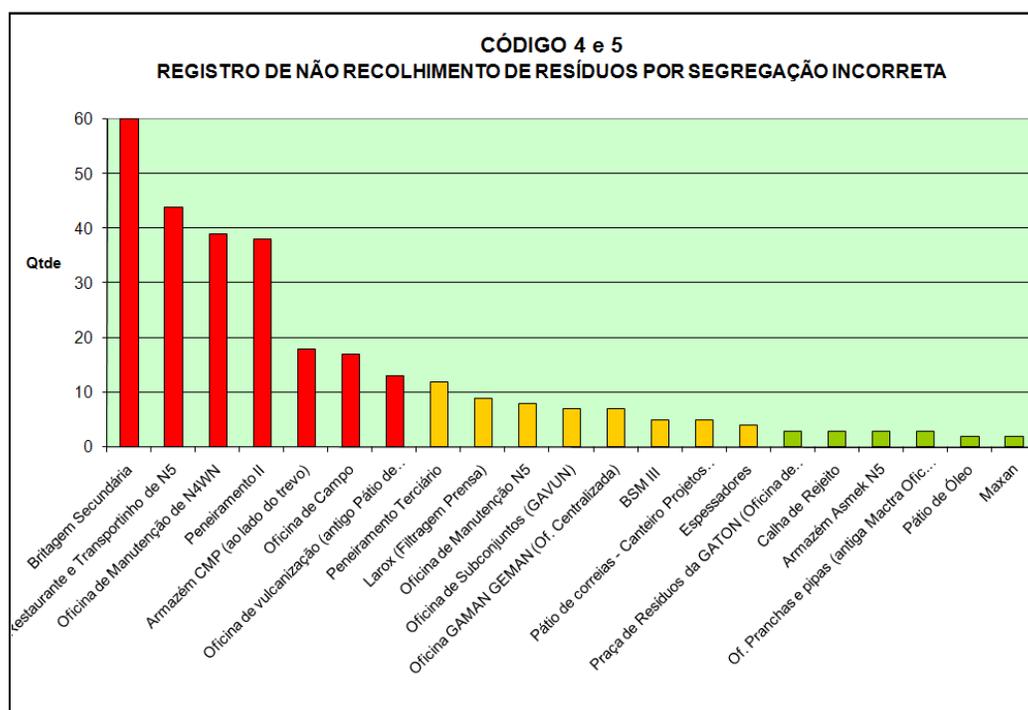


Figura 23. Praças de coleta com registro no código 4 e 5 no ano de 2012 e 2013

As praças em vermelho, tanto no gráfico dos códigos 4 e 5 quanto do código 6 demonstram as praças que necessitavam de adequações prioritárias visto o grande número de não recolhimento.

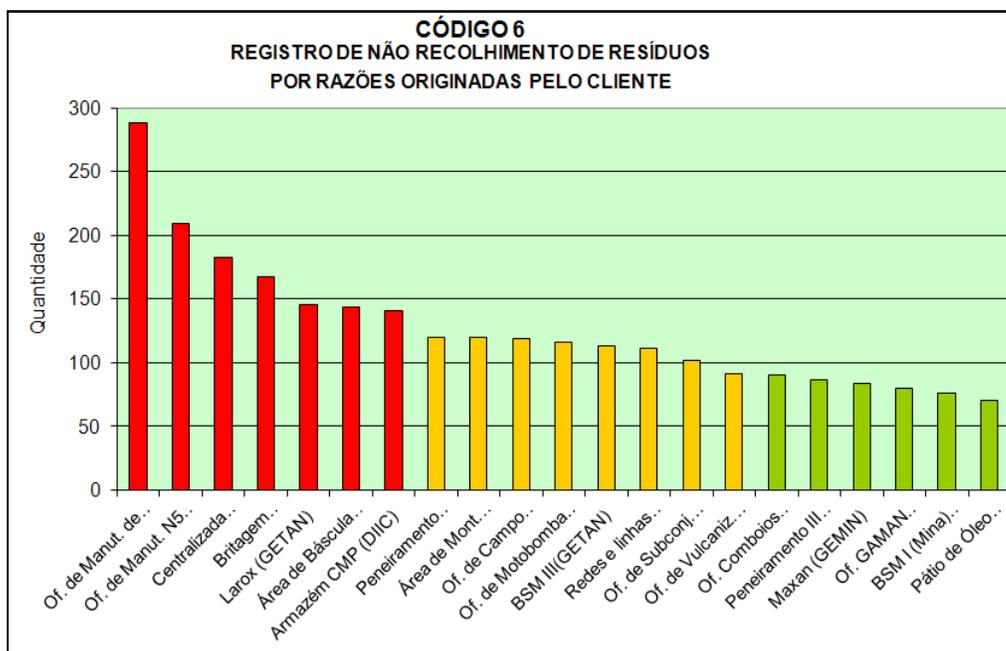


Figura 24. Praças de coleta com registro no código 6 no ano de 2012 e 2013

Em janeiro de 2014, com a identificação das praças que continham histórico de não recolhimento dos dois anos anteriores, foi aplicada a metodologia descrita no Capítulo 5 – Seção 5.2 com o intuito de resolver as não conformidades e trabalhar com o planejamento proativo.

Ao levantar os dados de julho de 2013 a setembro de 2014 para os códigos 4 e 5 observa-se uma baixa significativa do não recolhimento dos resíduos por falta de segregação a partir de fevereiro de 2014, conforme figura 25.

| CÓDIGO 4 E 5 | Período onde houve a coleta dos dados retroativos de 2013 | | | | | | Período com o programa de treinamento e conscientização ambiental | | | | | | | | | |
|---|---|--------|--------|--------|--------|--------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | Data | jul/13 | ago/13 | set/13 | out/13 | nov/13 | dez/13 | jan/14 | fev/14 | mar/14 | abr/14 | mai/14 | jun/14 | jul/14 | ago/14 | set/14 |
| Coletas previstas em cronograma | 4925 | 4933 | 4375 | 4938 | 4461 | 4599 | 5077 | 4849 | 4640 | 4844 | 5221 | 5153 | 5516 | 4974 | 5404 | |
| Não recolhimento por falta de segregação do resíduo | 0,99% | 1,53% | 0,72% | 0,95% | 0,83% | 0,86% | 0,78% | 0,50% | 0,36% | 0,29% | 0,29% | 0,12% | 0,06% | 0,04% | 0,06% | |

Figura 25. Dados de não recolhimentos para os códigos 4 e 5

Transferido os dados da figura 25 para um gráfico na figura 26, observa-se uma variação decrescente na evolução dos dados de não recolhimento.

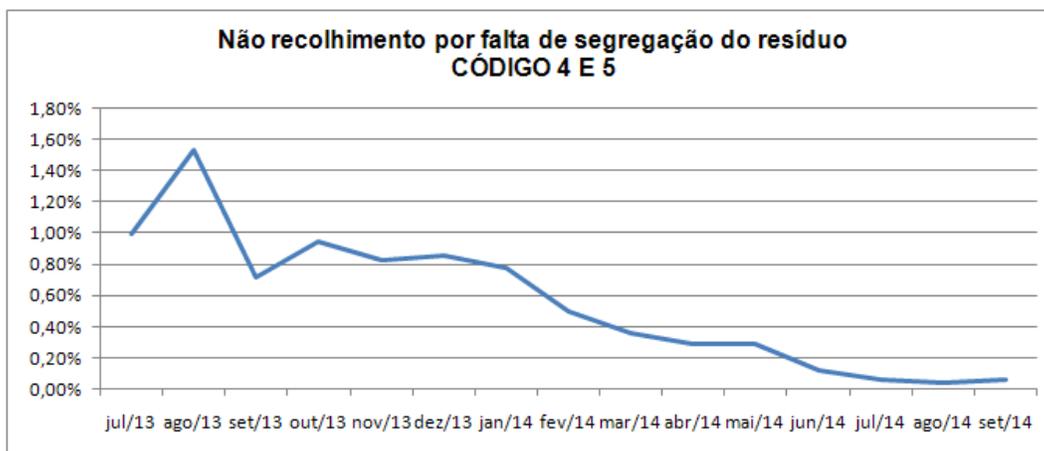


Figura 26. Gráfico da evolução do não recolhimento para os códigos 4 e 5.

Podemos observar que o período que se inicia o programa de treinamento e conscientização ambiental, entre janeiro de 2014 a setembro do mesmo ano, o índice de não de recolhimento por falta de segregação diminuiu significativamente, ficando estabilizados nos últimos três meses na média de 0,53%.

O mesmo levantamento retroativo para últimos seis meses de 2013 foi realizado para o código 6 – não recolhimento de resíduos por razões originadas pelo cliente. Assim podemos observar na figura 27 os dados estudados.

| CÓDIGO 6 | Período onde houve a coleta dos dados retroativos de 2013 | | | | | | Período de visita técnica e planos de ações para adequação dos problemas gerados pelos clientes | | | | | | | | |
|---|---|--------|--------|--------|--------|--------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | Data | Jul/13 | Ago/13 | Set/13 | Out/13 | Nov/13 | Dez/13 | Jan/14 | Fev/14 | Mar/14 | Abr/14 | Mai/14 | Jun/14 | Jul/14 | Ago/14 |
| Coletas previstas em cronograma | 4925 | 4933 | 4375 | 4938 | 4461 | 4599 | 5077 | 4849 | 4640 | 4844 | 5221 | 5153 | 5516 | 4974 | 5404 |
| Não recolhimento por razões originadas pelo cliente | 9,41% | 8,83% | 7,23% | 6,73% | 6,10% | 6,24% | 6,45% | 5,70% | 4,55% | 3,66% | 3,22% | 3,01% | 2,81% | 1,70% | 1,90% |

Figura 27. Dados de não recolhimento para código 6.

Transferido os dados da figura 27 para um gráfico na figura 28, observa-se uma variação decrescente na evolução dos dados de não recolhimento relacionado ao código 6.

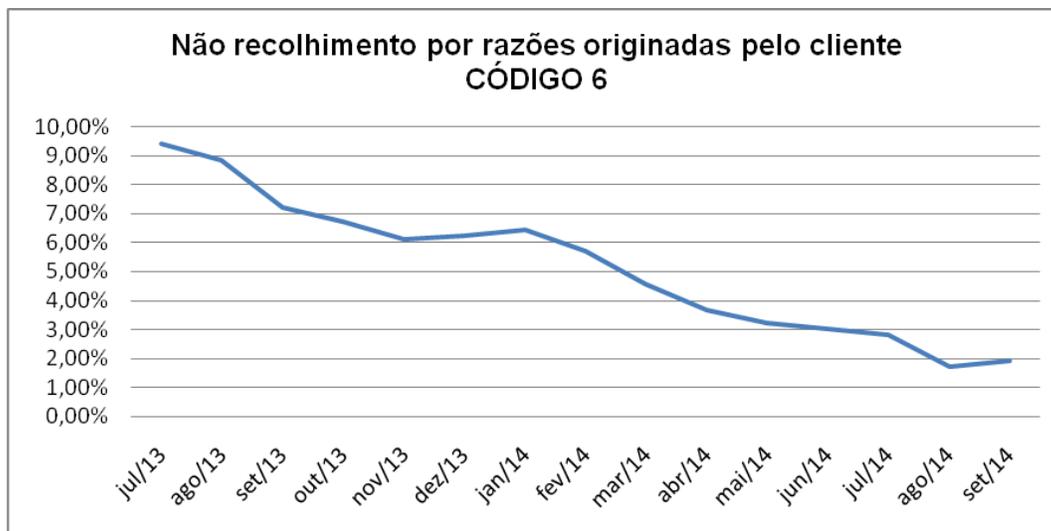


Figura 28. Gráfico da evolução do não recolhimento para o código 6.

Isso demonstra que as ações realizadas para adequar as praças de resíduos que possuíam não conformidades, acarretando o não recolhimento das mesmas, foram de suma importância para a diminuição dos trabalhos realizados pela equipe de coleta.

De janeiro para fevereiro de 2014, nove praças de resíduo saíram do cronograma de coleta por apresentarem baixa geração de resíduo. De abril a maio, mais três saíram do cronograma pela mesma razão. Ou seja, foi otimizado o número de praças de resíduo e em consequência ajustada as rotas dos veículos havendo ganho em distância percorrida e tempo gasto.

As praças de resíduo que tinham histórico de não recolhimento por obstrução tiveram que adequar suas estruturas, seja realocando a praça ou abrindo novo acesso para as mesmas.

Para os casos das praças com falta de segregação correta dos resíduos, o trabalho de treinamento e educação ambiental surgiu efeito para a maioria das praças, porém havia situações onde a movimentação de pessoas vinha de outras áreas. Nestas ocorrências as gerências tiveram que cercar as praças permitindo que apenas os responsáveis e os veículos coletores tivessem acesso. Cabe salientar que é de suma importância que o programa de educação ambiental seja continuado, visto a rotatividade de pessoas nas áreas operacionais.

7. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E RECOMENDAÇÕES DE OTIMIZAÇÃO

Este trabalho teve como objetivo fornecer uma melhoria significativa nas ferramentas utilizadas no processo de coleta de resíduos industriais no Projeto Mina de Ferro de Carajás. As melhorias são apresentadas através de técnicas de geoprocessamento e planilhas estatísticas. A característica inovadora é representada pela combinação da otimização da rota dos veículos com a coleta de resíduos baseado no histórico da programação individual de cada praça que anteriormente não era levada em consideração nas análises e por isso usavam taxas e ou valores medianos.

A utilização destas novas técnicas asseguram uma gestão mais eficaz quando se levados em consideração o histórico de cada praça de resíduos, o volume de cada coletor ou contêiner, tipo de veículo, rota e distâncias planejadas e percorridas. Todas essas informações nos permitiu analisar com mais critério o custo benefício da operação, levando em consideração a qualidade do serviço, recursos financeiros e recursos humanos envolvidos na atividade de coleta de resíduos em Carajás.

A vantagem do acompanhamento nas operações de coletas através do sistema de informação geográfica utilizado neste trabalho é a sua capacidade de recalcular as rotas de modo rápido caso haja alguma alteração no sistema (distância das praças de resíduo, periodicidade de coleta, alteração do tráfego, entre outros). O software Arcview, com a extensão Network Analyst, representam ferramentas importantes para a gestão da coleta dos resíduos sólidos.

Conforme mencionado acima, as planilhas de cronograma de coleta juntamente com a planilha de monitoramento e controle fornecem dados para as análises comparativas e conclusões estatísticas, dando subsídios importantes no decorrer das operações de coleta. Este é um aspecto importante do trabalho realizado, pois aborda análises seguras baseadas em informações reais onde se tem segurança para atuar com as mudanças sempre que necessário, pois os resultados obtidos são baseados na situação real no processo de coleta. O uso dos valores diferentes e ou taxas reais para

cada praça e veículos trouxe uma representação do sistema mais realista do que o sistema usado anteriormente.

Analisando o estudo feito na área do projeto de Carajás, através das planilhas de monitoramento e controle pude observar com mais precisão alguns pontos críticos que precisam ser melhorados, tais como sanar os números de não conformidades nas praças baseados nos códigos 4, 5 e 6.

Levando em consideração que na Vale novos projetos surgem a todo vapor, é imprescindível aparar os excessos, padronizando o acondicionamento dos resíduos gerados nas áreas juntamente com as frotas de veículos coletores. A otimização das rotas e a diminuição do número de veículos permite não só a minimização dos custos mas também a diminuição dos descartes de gases poluentes.

Hoje a operacionalização do processo de coleta dos resíduos industriais de Carajás conta com uma frota nova, com veículos de no máximo três anos de utilização e os mesmos obedecem a um cronograma de manutenções preventivas. Este controle é importante, pois sempre que um veículo para por motivo de manutenção corretiva a coleta da rota deste veículo precisa ser substituída por outro, ou seja, ações rápidas precisam ser realizadas para que não haja impactos significativos nas praças de resíduos das áreas afetadas .

A atual frota de veículos coletores vem equipada com rádios comunicadores, o que é de extrema importância no dia a dia das operações, pois possibilita ações rápidas, em tempo real, quando deparados com problemas inerentes ao processo. Mesmo os veículos estando bem preparados para as operações de coleta e havendo provável aumento de praças de resíduos pelos novos projetos de Carajás, podemos ainda simplificar a frota otimizando o número de veículos como demonstrado na figura 29.

| SUGESTÕES DE OTIMIZAÇÃO PARA O PROCESSO DE COLETA | | | | | | | | |
|---|--------------------|----------------|----------------------------|-----------------------------------|--|---------------------------|---------------|---------------------|
| ATUAL - EQUIPAMENTO | | | | | | | | |
| Veículo | Quantidade atual | Custo Unitário | Saving Contratual | | | | | |
| Caminhão Poliguindaste | 3 | R\$ 16.046,05 | R\$ 48.138,15 | | | | | |
| PROPOSTA - EQUIPAMENTO | | | | | | | | |
| Veículo | Quantidade atual | Custo Unitário | Saving Contratual | | | | | |
| Poliguindaste Duplo | 2 | R\$ 16.734,48 | R\$ 33.468,96 | | | | | |
| | | | Ganho | R\$ 14.669,19 | | | | |
| ATUAL - FUNCIONÁRIO | | | | | | | | |
| Função | Qtd de funcionário | salario | Total Adicionais (R\$/mês) | Encargo sobre salário + adicional | Total benefícios (R\$/mês) | Total Unif/EPIs (R\$/mês) | Total | Total Geral |
| Motorista | 3 | R\$ 1.821,94 | R\$ 429,64 | R\$ 1.680,83 | R\$ 1.102,29 | R\$ 46,66 | R\$ 15.244,08 | R\$ 23.245,42 |
| Coletor | 3 | R\$ 908,66 | R\$ 299,93 | R\$ 731,77 | R\$ 726,76 | R\$ 73,15 | R\$ 8.001,34 | |
| PROPOSTA - FUNCIONÁRIO | | | | | | | | |
| Função | Qtd de funcionário | Salario | Total Adicionais (R\$/mês) | Encargo sobre salário + adicional | Total benefícios (R\$/mês) | Total Unif/EPIs (R\$/mês) | Total | Total Geral |
| Motorista | 2 | R\$ 1.821,94 | R\$ 429,64 | R\$ 1.680,83 | R\$ 1.102,29 | R\$ 46,66 | R\$ 10.162,72 | R\$ 15.496,95 |
| Coletor | 2 | R\$ 908,66 | R\$ 299,93 | R\$ 731,77 | R\$ 726,76 | R\$ 73,15 | R\$ 5.334,23 | |
| | | | | | | | Ganho | R\$ 7.748,47 |
| PRODUTIVIDADE OPERACIONAL DOS VEÍCULOS | | | | | | | | |
| | Quantidade | caçambas | viagem/dia(média) | TOTAL | | | | |
| Poli. Simples | 3 | 1 | 3 | 9 | | | | |
| Poli. Duplo | 2 | 2 | 3 | 12 | | | | |
| | | | Ganho | 3 caçambas/dia | | | | |
| | | | | | RESULTADO | | | |
| | | | | | Otimização de R\$ 22.417,66/mês em valores e de 3 caçambas/dia em produção | | | |

Figura 29. Sugestões para otimização do processo de coleta

Pode-se observar na figura 29, que ao retirarmos três caminhões poliguindaste simples da frota atual e substituí-los por dois poliguindaste duplo teremos proposta de equipamento um ganho financeiro no valor de R\$ 14.669,19/mês. Isso não levando em conta o custo de combustível.

Ao diminuir de três para dois veículos também teremos um ganho relacionado aos funcionários chegando a R\$ 7.748,47/mês.

Conforme a proposta, ao atrelarmos a diminuição de veículos e conseqüentemente a de funcionário teremos uma otimização de R\$ 22.417,66/mês em valores e de três caçambas/dia em produção. Haverá ganhos financeiros e operacionais o que poderá ser válido também para os futuros projetos.

Baseado nas constatações apresentadas acima é de suma importância o envolvimento das áreas responsáveis e ainda a conscientização das mesmas como uma empresa que trabalha em prol de um mesmo objetivo, onde pilares

e metas devem ser válidos para todos. É recomendável a otimização de custo levando em consideração a frota de veículos e conseqüentemente de pessoal conforme mencionado acima.

Esse trabalho apresentou ferramentas inovadoras para melhorar a gestão da coleta de resíduos e conseqüentemente a otimização do custo-operação, objetivando simplificar significativamente o processo.

8. CONCLUSÕES

Através dos resultados obtidos neste trabalho pode-se concluir que:

- Foi possível otimizar o processo de coleta dos resíduos industriais do Complexo Mineral de Carajás no Pará através do emprego de técnicas de geoprocessamento e planilhas estatísticas.
- Com o uso do software Arcview foram obtidas as melhores rotas de coleta para cada um dos veículos coletores, além de identificar a localização exata das praças de resíduos otimizando os custos da operação.
- Além dos parâmetros geográficos, como a definição de rotas de coleta e destinação dos resíduos, os SIG propiciam recursos detalhados necessários para as etapas de gerenciamento da coleta. Através da elaboração de mapas temáticos descritivos, os tomadores de decisão poderão assumir medidas necessárias para a otimização do sistema de coleta tais como: definição de locais onde a coleta deve ser realizada a pé ou onde exista necessidade de realocação das praças de resíduos para um ponto de rota do caminhão e instalação temporária de coletores para uso comum entre as gerências.
- Verificou-se que através da utilização da planilha de controle e monitoramento foi possível conhecer e avaliar as principais dificuldades inerentes ao processo de coleta dos resíduos bem como identificar as praças que necessitavam de adequações.
- A metodologia usada fomentou durante o período estudado condições para incluir a coleta de aproximadamente 75 caçambas/mês na operação de coleta e ao mesmo tempo diminuir os custos do contrato de operação em R\$ 22.417,66/mês.

Por fim conclui-se que através do uso combinado dos métodos de análise espaciais e das planilhas de controle e monitoramento, as operações de coleta dos resíduos industriais de Carajás se sustentam operacionalmente.

9. SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

- Estudos envolvendo a área de Qualidade, CMD e Gerências responsáveis pelas praças, com o intuito de adequar os processos conforme a realidade da área operacional com a área prestadora de serviço. Pode se ter como exemplos a retirada de resíduos diretamente na área geradora por meio de carretas e ou caixas de roll-on/roll-off através da ampliação de contratos existentes e o uso de recipientes maiores que atendam a um conjunto de gerências.

- A partir de estudos mais aprofundados relacionados às experiências internacionais apresentadas no Capítulo 4, item 4.4 (Utilização de SIG na gestão e transporte de resíduos sólidos), novas propostas com metodologias e tecnologias atuais poderão ser utilizadas na gestão dos resíduos de Carajás, tais como: programação dinâmica para coleta de resíduos obtendo informações em tempo real através de um sensor de nível colocado dentro dos recipientes de coleta; emprego de modelo de roteirização multi-objetivo através de dispositivos modernos de rastreabilidade para recolhimento de resíduos com entradas de dados em tempo real, além de estudos que quantifiquem a geração de gases de efeito estufa gerados pelos veículos coletores.

- Trabalho de sinergia envolvendo a área da CMD e Armazém. O Armazém realiza a entrega de produtos através de caminhões muncks e carretas nas mesmas gerências que atualmente são coletados os resíduos e retornam vazios. Conhecendo os maiores geradores e as rotas de entrega dos produtos do Armazém, os veículos podem retornar com os mesmos vazios e entregá-los a CMD. Este estudo fica interessante levando-se em conta a proximidade do Armazém com a CMD e o fato de que todos os veículos e pessoas que trabalham no Armazém são da própria empresa VALE. Vários outros parâmetros precisam ser estudados e equalizados para que esta sinergia tenha sucesso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil – 2012**. São Paulo: Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, 2010. Disponível em: http://www.abrelpe.org.br/panorama_envio.cfm?ano=2012. Acesso em: jan. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10004**: resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, maio 2004. 71 p.
BRASIL. Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União. 3 de ago. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: jan. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10006**: resíduos sólidos: Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, maio 2004. 3 p. Substitui norma ABNT NBR 10006:1987. Disponível em: <http://www.ecosystem.com.br/wp-content/uploads/2014/03/NBR-10006.pdf>. Acesso em: fev. 2014

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10007**: resíduos sólidos: Amostragem de resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro maio 2004. 21 p. Substitui norma ABNT NBR 10007:1987. Disponível em: <http://wp.ufpel.edu.br/residuos/files/2014/04/nbr-10007-amostragem-de-resc3adduos-sc3b3lidos.pdf>. Acesso em: fev. 2014.

Araújo (2003), ARAÚJO, R. R. **Um modelo de resolução para o problema de roteirização em arcos com restrição de capacidade**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre. 2003. p. 18-21.

(Burrough, 1986), Burrough, P. A. **Principles of geographical information systems for land assessment**. Oxford, Clarendon Press, 1986.

Burrough. P.A.; McDonnell, R.A. **Principles of geographical information systems**. Oxford, Oxford University Press, 1998

Brasileiro e Lacerda (2002), BRASILEIRO, L. A. **Análise do roteamento de veículos na coleta de resíduos domésticos, comerciais e de serviços de saúde**. Tese (Livre Docência) UNESP - Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira. 2004, 103 p.

Brollo (2001), BROLLO, M.J.; SILVA, M.M. **Política e gestão ambiental em resíduos sólidos**. Revisão e análise sobre a atual situação no Brasil. In: 21º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL,

João Pessoa, Paraíba, ABES, 2001. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/brasil21/vi-078.pdf>. Acesso em 13 abr. 2014.

Brito, A.; RG 01 - **Registro de não recolhimento de resíduos** – GAISR (Gerência de Serviços Gerais Ferrosos Norte) - VALE, Parauapebas, Pará, ver. 01, 2011. 01 p. Disponível em: <http://sispav/se/index.php>. Acesso em: mai.2014.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, M. A. V.; MEDEIROS, S. J. **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001. 344p. Disponível em: <http://mtc-m12.sid.inpe.br/rep/sid.inpe.br/sergio/2004/04.22.07.43?metadatarepository=sid.inpe.br/sergio/2004/04.22.07.43.26&ibiurl.language=pt&ibiurl.requiresite=mtc-m12.sid.inpe.br+800&requiredmirror=sid.inpe.br/banon/2001/04.06.10.52.39&searchsite=bibdigital.sid.inpe.br:80&searchmirror=sid.inpe.br/bibdigital@80/2006/11.11.23.17&choice=briefTitleAuthorMisc> . Acesso em: abr. 2014

CAMARA, G. **Anatomia de sistemas de informações geográficas: visão atual e perspectivas de evolução**. In: ASSAD, E., SANO, E., ed. Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura. Brasília, DF: Embrapa, 1993.

Calijuri et al (2002), CALIJURI, L. M.; MELO, O. L. A.; LORENTZ, L. J. **Identificação de áreas para implantação de aterros sanitários com uso de análise estratégica de decisão**. Informática Pública, v. 4, n. 2, p. 231-250, 2002.

Christofides, 1975; CHRISTOFIDES, N., MINGOZZI A., TOTH, P., 1981. **Exact algorithms for the vehicle routing problem, based on spanning tree and shortest path relaxation**. Mathematical Programming, n. 20, p. 255-282.

CNEN NE-6.05, Resolução CNEN 19/85, D.O.U.: 17/12/85, **Gerência de rejeitos radioativos em instalações radioativas**. CNEN 19/85. Disponível em: <http://www.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/Nrm606.pdf>. Acesso em: fev. 2014.

CNEN NE-6.06, Resolução **CNEN 14/89** D.O.U.: 24.01.1990 Seleção e Escolha de Locais para Depósitos de Rejeitos Radioativos CNEN14/89, Disponível em: <http://www.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/Nrm606.pdf>. Acesso em: fev. 2014.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 275 de 31 de agosto de 2001**. Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. Diário Oficial da União, 19 de jun 2001. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res01/res27501>. Acesso em: fev. 2014

COWEN, D. J. GIS versus CAD versus DBMS: What Are the Differences? **Photogrammetric engineering and remote sensing**, 54: 1551- 1555, 1988.

Costa, M.; **PRO7451** - Separação, acondicionamento, transporte e disposição de resíduos, GABAN (Gerência de Meio Ambiente de Carajás) - VALE, Parauapebas, Pará, ver. 03, 2012. 17 p. Disponível em: <http://sispav/se/index.php>. Acesso em: fev.2014.

Cunha (2001), CUNHA, C. B. **Aspectos práticos da aplicação de modelos de roteirização de veículos a problemas reais**. TRANSPORTES, ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES. Rio de Janeiro/RJ, v. 8, n. 2, 2001, p. 51-74.

Dalmas (2008), DALMAS, B. F. **Geoprocessamento aplicado à gestão de resíduos sólidos na URGHI- 11 Ribeira do Iguape e Litoral Sul**. 2008.112 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2008.

Faccio, M., Persona, A., Zanin, G., 2011. **Waste collection multi objective model with real time traceability data**. Waste Management 31, 2391–2405.

Ferreira, Aurélio B. de Hollanda. **Novo dicionário aurélio da língua portuguesa**, 3ª ed, Curitiba: Positivo, 2004.

FREITAS, C.R. **Construção e aplicação de modelo de rede em Ouro Preto**: utilização de fatores ambientais e logístico no cálculo de impedâncias. 2003. 50p. Monografia (Especialização em Geoprocessamento) – Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo horizonte, 2003.

Galvão (1999), Galvão, R. D. (1997). **Roteamento de veículos com base em sistemas de informação geográfica**. Gestão e Produção, v. 4, n. 2, p. 159-173.

GOODCHILD, M. F. **Geographic information systems in undergraduate geography: a contemporary dilemma**. The Operational Geographer, 8: 34-38, 1985.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL (IBAM). **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2004. 200p. Disponível em: http://www.ibam.org.br/media/arquivos/estudos/manual_qirs.pdf. Acesso em: fev.2014.

Johansson, O.M., 2006. **The effect of dynamic scheduling and routing in a solid waste management system**. Waste Management 26, 875–885.

KGATHI e BOLAAINE 2001Kgathi, D.L., Bolaane, B. (2001). **Instruments for sustainable solid waste management in Botswana**. Waste Management & Research 19: 342-35

Komilis, D.P., 2008. Conceptual modeling to optimize the haul and transfer of municipal solid waste. Waste Management 28, 2355–2365.

LONGLEY, P. A. et al. **Sistemas e ciência da informação geográfica**. 3 ed. Porto Alegre. Bookman. 2013.

Lorena e Narciso (2009), LORENA, L. A. **Análise de redes**. Disponível em: www.dpi.inpe.br/cursos/ser301/referencias/analise-de-redes.pdf. Acessado em mar.2014.

Marble e Peuquet (1983), MARBLE, Duane. Geographic Information Systems: an overview. In.: PEUQUET, Donna, MARBLE, Duane. **Introductory readings in geographic information systems**. London: Taylor & Francis, 1990. p.8-17.

McLeod, F., Cherrett, T., 2008. **Quantifying the transport impacts of domestic waste collection strategies**. Waste Management 28, 2271–2278.

Moura (2001), MOURA, C. M.; FONTES, A. A.; RIBEIRO, S. A. A. C. Determinação da melhor rota para coleta seletiva de resíduo no campus da Universidade Federal de Viçosa utilizando dos sistemas de informação geográfica. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 10, Foz do Iguaçu, 2000. **Anais**. X SBSR, Foz do Iguaçu, 21-26 abril 2001, INPE, p.1119-1125.

Moura (2003) MOURA, A.C.M. **Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano**. Belo Horizonte: Ed. Da autora, 2003.

Negreiros, 1996, [NEG1996] NEGREIROS, M.J.G **Contribuições para otimização em grafos e problemas de percurso de veículos: sistema SisGRAFO**. Tese de Doutorado, Eng de Sistemas e Computação, COPPE/UFRJ, 1996.

Nuortio, T., Kytöjoki, J., Niska, H., Braysy, O., 2006. **Improved route planning and scheduling of waste collection and transport**. Expert Systems with Applications 30, 223–232.

Osvaldo Junior & Bonetti (1996), OSVALDO, Jr. H.N. & BONETTI, J. **Utilização de modelos digitais de terreno na representação do relevo submerso: Uma avaliação de sua Aplicabilidade em Oceanografia Geológica**. In: VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 1996, Salvador, Brasil. INPE, p. 725-726

Pallavicine (2001), PALLAVICINE, G.M.C. **Contribuição ao estudo da distribuição física de produtos em áreas urbanas: integração de modelos matemáticos de roteamento com sistemas de informações geográficas (SIG)**. 2001. 137p. Dissertação (Mestrado em Transportes. Faculdade de Tecnologia – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade de Brasília (UnB), Brasília/DF, 2001.

PLANO DE CONTROLE AMBIENTAL – PCA da Mina de ferro de Carajás (VALE). **Programa de gestão de resíduos** – Pará, 2011, 114 p.

Relatório de Avaliação de Desempenho Ambiental - RADA da Mina de Ferro de Carajás (VALE). **Programa de gestão de resíduos** – Pará, 2013, 522p.

ROCHA, 2002, ROCHA, C.H.B. **Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar**. Juiz de Fora: Ed. Do Autor, 2002

Rodrigues (2002), RODRIGUES, M., QUINTANILHA, J. A. **A seleção de software SIG para gestão urbana**. In: Congresso Brasileiro de Cartografia, 15, S. Paulo. **Anais**. S. Paulo; SBC, 1991, V.3, p. 513-9, 1991.

Samizava (2008), SAMIZAVA, M. T.; KAIDA, H. R.; IMAI, N. N.; NUNES, R. O. J. **SIG aplicado à escolha de áreas potenciais para instalação de aterros sanitários no município de Presidente Prudente – SP**. Revista Brasileira de Cartografia, n. 60, v. 1, p. 15-22. abril 2008.

Smith (1987), SMICHT, T., Peuquet, D., Menon, S., & Agarwal, P. (1987). **KBGIS-II, a knowledge-based geographical information system**. (Vol. 1). International Journal of Geographical Information Systems.

Simonetto, E.O., Borenstein, D., 2007. **A decision support system for the operational planning of solid waste collection**. Waste Management 27, 1286–1297.

TCHOBANOGLIOUS, G.; THEISEN, H.; VIGIL, S. **Integrated solid waste management**. New York: MacGraw-Hill, 1993. 949 p.

TEIXEIRA, A. L. de A. et. al. **Introdução aos sistemas de informação geográfica**. Rio Claro: edição do autor. 1992, 80p.

Teixeira, J., Antunes, A.P., Sousa, J.P., 2004. **Recyclable waste collection planning – a case study**. European Journal of Operational Research 158, 543–554.

Vieira (1999), VIEIRA, A. B. **Roteirização de ônibus urbano: Escolha de um Método para as Grandes Cidades Brasileiras**. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, USP, São Carlos. 1999. 148p.

Weber e Hasenack (2002), WEBER, Eliseu; HASENACK, Heinrich. **Avaliação de áreas para instalação de aterro sanitário através de análises em SIG com classificação contínua dos dados**. Porto Alegre: UFRS, 2000. Disponível em: www.ecologia.ufrgs.br/labgeo/arquivos/Publicacoes/Congressos/2000/Weber_&_Hasenack_2000_Avaliacao_areas_aterro_sanitario_SIG.pdf. Acesso em: mai.2014

Anexos

Anexo 01 RG-01



CSC – CENTRO DE SERVIÇOS COMPARTILHADOS

REGISTRO DE NÃO RECOLHIMENTO DE RESÍDUOS Nº: RG - 01 - GAISR

Classificação: Uso Interno Rev.: 00 - 09/05/2011

| | |
|--|---|
| Responsabilidade Técnica: Adriana Brito (Gerência de Infra estrutura Ferrosos Norte) | Código de Treinamento: Não se aplica |
| Público-alvo: Operadores da CMD e fiscalização | Palavras-chave: Resíduos |

• DADOS DA ÁREA USUÁRIA

PONTO DE COLETA: _____ DATA: ___/___/___ HORÁRIO: _____

TIPO DO RESÍDUO A SER COLETADO: _____

COLETOR PADRÃO: () tambor 200l () Caçamba estacionária () Sacos plástico ()

Outros _____

TIPO DE COLETA: () SPOT/ Nº DA O.S. _____ () CRONOGRAMA

• MOTIVO DO NÃO RECOLHIMENTO

ASSINALE COM UM (X) A JUSTIFICATIVA DO NÃO RECOLHIMENTO DO RESÍDUO:

| |
|--|
| <p>() Não recolheu devido estar fora do padrão correto de segregação (resíduos misturados), desacordo ao PRO 7451 (Código 4).</p> <p>() Praça de resíduos instaladas em locais que oferecem risco de acidentes (Código 4).</p> <p>() Deformidade dos tambores, tais como furos, amassões ou apresentem qualquer tipo de vazamento, desacordo ao PRO 7451 (Código 4).</p> <p>() Etiquetas de identificação com preenchimento incompleto ou inadequado, desacordo ao PRO 7451 (Código 4).</p> <p>() Tambores apresentam mistura de resíduos, não feita a coleta pela equipe CMD, em desacordo ao PRO 7451 (Código 4).</p> <p>() Tambores com excesso de volume acondicionado (Acima de 80% da capacidade total do tambor) em desacordo ao PRO 7451 (Código 4).</p> <p>() Excesso de peso nas caçambas estacionárias em desacordo ao PRO 7451 (Código 4).</p> <p>() Caçambas estacionárias com resíduos excedendo o limite da carroceria da caçamba (Acima de 80% da capacidade total da caçamba) em desacordo ao PRO 7451 (Código 4).</p> <p>() Tambores sem etiqueta de identificação do resíduo (Código 4).</p> <p>() Tambores não possuem certificado por organismo acreditado pelo Inmetro em desacordo ao PRO 7451 (Código 5).</p> <p>() Recolheu os resíduos, porém estava fora do padrão correto de segregação (resíduos misturados) (Código 5).</p> <p>() Obstrução no acesso à praça de resíduos originada pelo cliente (Guindastes, obras, cadeados, caçamba incompatível com caminhão de coleta, etc,...) (Código 6).</p> <p>() Baixa geração de resíduo (Código 6).</p> <p>() Outros. Descrever _____</p> |
|--|

VISTO DO MOTORISTA RESPONSÁVEL: _____ MATRÍCULA: _____

• CIENTE DO CLIENTE

ASSINATURA DO CLIENTE: _____ MATRÍCULA: _____

EMPRESA: _____
DI: _____ GG: _____ GA: _____ SUPERVISOR: _____

* Cliente se recusou a assinar o registro de não recolhimento ()

** O Cliente ausente no momento da coleta ()