

# **Processo operacional da Central de Tratamento de Resíduos da Caturrita – Santa Maria, RS**

## **Operational process of Caturrita Central Residues Treatment Plant (CTRC) – Santa Maria, RS**

**Rafael Hollweg Salamoni<sup>1</sup>, Rinaldo J. B. Pinheiro<sup>2</sup>, Andrea V. Nummer<sup>3</sup>**

*1 Tecnoresíduos, Santa Maria, RS, [rafael@tecnoresiduos.com.br](mailto:rafael@tecnoresiduos.com.br)*

*2 Departamento de Transporte, UFSM, Santa Maria, RS, [rinaldo@ct.ufsm.br](mailto:rinaldo@ct.ufsm.br)*

*3 Departamento de Geociências, UFSM, RS, [nummer@smail.ufsm.br](mailto:nummer@smail.ufsm.br)*

**RESUMO:** Este artigo apresenta algumas características físicas dos rejeitos e os procedimentos operacionais da destinação destes na Central de Tratamento de Resíduos da Caturrita (CTRC). O estudo das características físicas e os procedimentos operacionais foram realizados com o rejeito da unidade de triagem. Calculou-se a massa específica para analisar os procedimentos operacionais de compactação, recebimento de resíduos, transporte de rejeitos para o aterro sanitário e vida útil do aterro sanitário para o sistema operacional atual e para sistema operacional que utiliza prensa vertical para compactar os rejeitos. Os principais resultados apresentaram um ganho de eficiência na compactação de resíduos em prensa, com uma economia de 3 vezes no consumo de diesel utilizado para transporte de rejeitos da Unidade de Triagem para o Aterro Sanitário e 9 anos de vida a mais do aterro sanitário para rejeitos compactado em prensa em relação ao projeto inicial.

**ABSTRACT:** This paper to show some physical characteristics of the residues and the operational procedures the destination of these residues at the Central of Residues Treatment of Caturrita (CTRC). The physical characteristics and the operational procedures were taken and executed with the residue from the selection unit. It evaluated the specific mass and the operational procedures of compacting, receiving of residues, transport of residues to the landfill place, utilized machines and life-time of the landfill for the actual operational system and for the operational system that uses a press to compact the residues. The compaction process showed a gain in efficiency and the economy in the consume of diesel. The managing of machinery to compact residues in press demonstrated a reduction in the number of utilized equipments and the life-time of the landfill for compacted residues by press would pass from 30 years for 39 years.

### **1. INTRODUÇÃO**

A geração e o destino dos resíduos sólidos resultantes das atividades domiciliares e urbanas é dos principais problemas ambientais identificados nos pequenos, médios e principalmente nos grandes centros urbanos. Esses resíduos quando não gerenciados tecnicamente passam a ser uma ameaça à saúde pública e principalmente aos recursos naturais.

Segundo Fonseca [2] a situação se agrava ficando ainda mais complicado pela falta de uma política nacional de resíduos sólidos e principalmente pela falta de condições financeiras

e de recursos humanos instruídos para trabalhar com os resíduos desde sua geração até sua destinação final. Juca [6] apresenta um quadro geral sobre este problema no Brasil, destacando que 22,5% em peso dos resíduos gerados são dispostos em vazadouros a céu aberto. Neto [7] apresenta um estudo para pequenas cidades onde este problema se agrava. Na cidade de Santa Maria o gerenciamento dos resíduos sólidos domiciliares são administrados pela Secretaria de Proteção Ambiental e fiscalizados pela Diretoria de Qualidade Ambiental. Informações fornecidas pela Prefeitura Municipal de Santa Maria relatam que

de 1970 a 1980 a deposição dos resíduos ocorreu próxima a BR-158, na zona sul da cidade. Também foram locais de disposição final de resíduos margens do antigo leito do Arroio Cadena, bem como uma área localizada no Cerrito, ambas dentro do perímetro urbano. Desde 1980, portanto por mais de 28 anos, o município destinava seus resíduos sólidos no conhecido lixão da Caturrita [9].

Em março de 2008, através da concessão da Licença de Operação emitida pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Hoessler (FEPAM), os resíduos do município de Santa Maria são destinados à Central de Tratamento de Resíduos da Caturrita (CTRC), pertencente à empresa Tecnoresíduos Serviços Ambientais.

Estima-se que no ponto de vista técnico a CTRC tem capacidade para atender a uma população de até 1.000.000 de habitantes, sem nenhum prejuízo de desempenho do ponto de vista operacional ou ambiental. Entretanto, este fato está vinculado a investimentos em tecnologia de operação, com vistas a aperfeiçoar a compactação dos resíduos [1, 11 e 12].

O presente trabalho, tem o objetivo de avaliar a compactação em prensa dos rejeitos descartados pela unidade de triagem (fardos), a fim de fornecer subsídios comparativos ao modelo de compactação convencional utilizado hoje no CTRC, gerando dados relacionados a compactação dos rejeitos, fluxo de descarga, fluxo de transporte, vida útil, dimensionamento de equipamentos e características físicas dos resíduos

## 2. METODOLOGIA

Trabalhos anteriores na região de Santa Maria foram realizados por Salomoni [11] e Habitzreuter [3]. Trabalhos de referência foram realizados por Reichert [8] em Porto Alegre e Santos [10] em Campo Grande.

Neste trabalho será realizado um detalhamento sobre o processo operacional atual da Central de Tratamento de Resíduos da Caturrita (CTRC), Santa Maria. Partindo desta avaliação inicial este estudo irá comparar o modelo operacional atual com um processo operacional que utiliza prensa para compactar os rejeitos. Esse comparativo será realizado através da compactação do rejeito da

Unidade de Triagem (UT) em prensa vertical instalada na mesma. Para tal, o estudo fundamentou-se em identificar algumas características físicas do rejeito, para com estes dados. Neste estudo foi avaliado somente as etapas operacionais permitidas pela direção da empresa.

Como etapa inicial foi necessário o conhecimento da massa específica dos rejeitos, tanto para a compactação atual como para compactação de rejeitos em prensa.

A compactação atual foi determinada através da diferença em peso da quantidade total de resíduos que entrou na CTRC durante 6 meses (março a agosto de 2008) e a quantidade de resíduos que foram retirados na unidade de triagem (resíduos comercializados), neste período. Foi também realizada uma medição topográfica da área ocupada por estes resíduos. Com os valores totais de peso e volume do rejeito, foi calculada a massa específica do rejeito depositado no aterro sanitário para uma compactação realizada com trator de esteira com peso operacional de 21,2t. A equação 1 apresenta a equação adotada para a determinação da massa específica do resíduo.

$$\rho_{at} = P_r / V_c \quad (1)$$

Onde:

$\rho_{at}$  = massa específica do rejeito no aterro ( $\text{kg}/\text{m}^3$ );

$P_r$  = peso do rejeito (kg);

$V_c$  = volume depositado na célula ( $\text{m}^3$ )

Para identificar a compactação exercida foi calculado o peso específico através da seguinte equação 2.

$$\gamma_{at} (\text{N}/\text{m}^3) = \rho_{at} \cdot g \quad (2)$$

Onde:

$\gamma_{at} (\text{N}/\text{m}^3)$  = peso específico do aterro

$\rho_{at}$  = massa específica do rejeito no aterro ( $\text{kg}/\text{m}^3$ );

$g$  = aceleração da gravidade

Para confecção dos fardos foi utilizado uma prensa vertical. O volume de cada fardo foi obtido através de medidas de largura, altura e comprimento, portanto a massa específica foi calculado através da equação 3.

$$\rho_f = P_f / V_f \quad (3)$$

Onde:

$\rho_f$  = massa específica do fardo ( $\text{kg/m}^3$ )

$P_f$  = peso do fardo (kg)

$V_f$  = volume do fardo ( $\text{m}^3$ )

Para identificar a compactação exercida pela prensa foi calculado o peso específico através da equação 2. O atual processo operacional da CTRC foi analisado com base nos estudos operacionais a campo e registros fotográficos dos processos.

Através do conhecimento atual da operação do empreendimento, dos quantitativos de entrada de resíduos e do levantamento topográfico realizado no mês de agosto de 2008, foi redimensionada a vida útil (equações 4 e 5) do aterro sanitário para célula "A".

$$Vu_{\text{atual}} = (V_{\text{pr}} / (V_{\text{top}} / N_d)) / N_{\text{da}} \quad (4)$$

Onde:

$Vu_{\text{atual}}$  = vida útil para o aterro atual (anos)

$V_{\text{pr}}$  = volume estimado do projeto ( $\text{m}^3$ );

$V_{\text{top}}$  = volume encontrado no aterro sanitário ( $\text{m}^3$ )

$N_d$  = número de dias no período estudado

$N_{\text{da}}$  = número de dias úteis ano

$$Vu_p = (V_{\text{pr}} / (M_p / \rho_f) / N_d) / N_{\text{da}} \quad (5)$$

Onde:

$Vu_p$  = vida útil para aterro com rejeito compactado em prensa (anos)

$V_{\text{pr}}$  = volume estimado do projeto ( $\text{m}^3$ )

$M_p$  = massa de resíduo recebida no período de estudo (kg)

$\rho_f$  = massa específica do fardo ( $\text{kg/m}^3$ )

$N_d$  = número de dias no período estudado

$N_{\text{da}}$  = número de dias úteis ano

Como etapa final foi realizada uma comparação dos processos operacionais estudados, descrevendo os benefícios e indicando possíveis melhorias para o andamento dos serviços realizados. Esta análise foi baseada nos estudos de campo, o que permitiu obter dados da operação na CTRC. Esta análise foi realizada para cada resultado encontrado.

### 3. CENTRAL DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS DA CATURRITA

Santa Maria situa-se na região central do Estado do Rio Grande do Sul, possui uma população total de 263.403 habitantes é subdividida em 24 bairros e 09 distritos [5]. O empreendimento possui uma área de 24,7ha, localizada junto à estrada Vicinal para a Boca do Monte, distando 8,7km do centro da cidade (Figura 1).



Figura 1 – Vista geral da área do empreendimento

A CTRC tem como objetivo a separação dos materiais recicláveis, introduzindo-os novamente no ciclo de utilização e com o aproveitamento da fração orgânica, utilizando este material como um insumo de qualidade na agricultura local.

É indiscutível o ganho ambiental relativo ao manejo dos resíduos sólidos urbanos (RSU), uma vez que os materiais a serem aterrados deverão ser somente aqueles para os quais não existe mercado e não seja possível a sua compostagem pelos métodos tradicionais. Desta forma, a CTRC apresenta o fluxograma apresentado na Figura 2.

A CTRC está recebendo resíduos de 20 municípios da região central e outros municípios da região serrana e até da região da fronteira do estado. Hoje o empreendimento está atendendo praticamente 450.000 habitantes do estado do Rio Grande do Sul (250.000 da cidade de Santa Maria) e recebendo uma média diária de 280t de resíduos sólidos domiciliares que contribuem para o emprego de 100 funcionários, quase todos oriundos do antigo lixão da cidade (catadores). A vida útil estimada nas condições atuais operação para o empreendimento é de 35 anos.

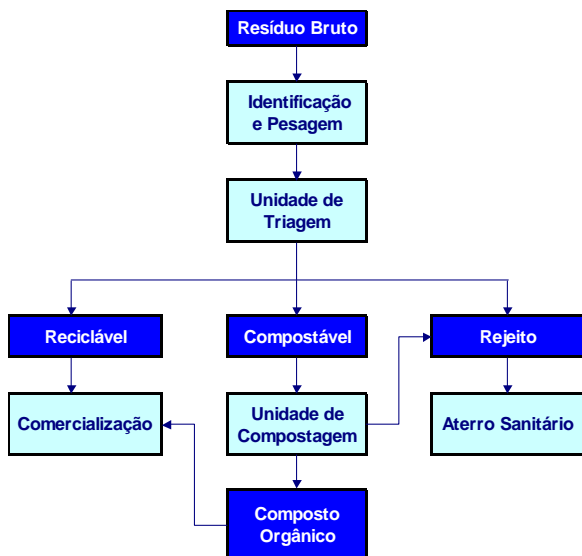


Figura 2 - Fluxograma da movimentação de RSU na CTCR

Para almejar um acréscimo na quantidade de resíduos recebidos, justificar o investimento e a técnica implantada e servir de alternativa de tratamento de resíduos de mais municípios da região central do estado que o estudo busca qualificar a disposição dos rejeitos, gerando operações mais simplificadas e com mais tecnologias para aumentar principalmente a vida útil do aterro sanitário e eficiência de todo processo operacional.

A Figura 3 apresenta uma vista aérea da célula de disposição final de resíduos composta por uma geomembrana de PEAD e filtro de biológico de base, bem como outros condicionantes de técnicos da área.



Figura 3 – Visão do aterro sanitário – célula fase A

## 4. COMPARAÇÃO ENTRE A COMPACTAÇÃO ATUAL E EM PRENSA

### 4.1 Processo atual de operação do aterro

A Figura 4 apresenta a quantidade de resíduos que sobre o processo de compactação atual no aterro sanitário. O total de resíduos processados foi de 41.463,35t, onde o mês de abril apresentou 7.983,75t de resíduos processados, maior quantidade recebida no período.

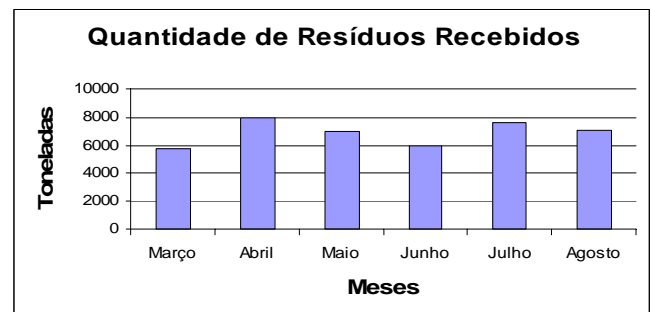


Figura 4 - Quantificação de entrada de resíduos no período de março a agosto de 2008

O volume de rejeito encontrado no período foi de 36.395m<sup>3</sup>, conforme levantamento topográfico realizado no dia 31 de agosto de 2008.

A carga de rejeito é descarregada no pé do talude onde está localizada a frente de trabalho, o volume é espalhado na rampa de baixo para cima e posteriormente compactado mecanicamente, com a utilização de trator sobre esteiras equipado com lâmina frontal. A rampa é formada permanentemente por um talude com a inclinação de 1:3, até atingir a altura de 5m (Figura 5).

Após compactação dos resíduos, ao final de cada jornada de trabalho, inicia-se a cobertura diária, reduzindo assim a presença de animais e controlando a proliferação de micro e macro vetores (Figura 6).

A massa específica apresentada nos seis primeiros meses de operação foi de 910kg/m<sup>3</sup> (0,91t/m<sup>3</sup>). O projeto previa uma massa específica de 650kg/m<sup>3</sup> (0,65t/m<sup>3</sup>), aproximadamente 260kg/m<sup>3</sup> a menos que o esperado para o período.



Figura 5 – Compactação de resíduos em rampa

#### 4.2 Compactação de rejeitos em prensa

Para o estudo da compactação foi utilizado uma prensa vertical. Para executar o cálculo foi feita a cubagem de fardos de rejeito produzido em prensa vertical (Figura 6). Para obter informações das possíveis variações que possam ocorrer no decorrer da operação, foram analisados 16 fardos compactados em dias secos e chuvosos. O valor da massa específica média, máxima e mínima são apresentadas na Tabela 1.



Figura 6 - Detalhe da prensa vertical

Tabela 1 – Massa específica dos resíduos no fardos

Valores	Peso do fardo (kg)	Massa espec. do fardo ( $\rho_f$ - $\text{kg/m}^3$ )
Médios	611,25	1253
Valor Máximo	680,0	1457
Valor Mínimo	529,0	1106
Desvio Padrão	41,3	93,8
Coef. de Variação (%)	6,9	7,48

O projeto executivo enviado a Fepam prevê uma massa específica de  $650\text{kg/m}^3$ , o resultado do levantamento topográfico foi de  $910\text{kg/m}^3$  e a massa específica encontrada após os rejeitos serem compactados em prensa foi de  $1250\text{kg/m}^3$ .

#### 4.3 Carregamento e traslado de rejeitos

A massa específica média da carga de rejeito transportada foi de aproximadamente  $276,6\text{kg/m}^3$ . Conforme apresentado na Figura 7, os rejeitos transportados apresentaram valores máximos de  $2.987\text{kg}$  e valor mínimos de  $1.654\text{kg}$ .

Utilizando a média como base de cálculo, verificou-se que os pesos dos rejeitos transportados são menores que a capacidade total de transporte para caminhões de  $6\text{m}^3$ , sendo somente preenchido 37% da capacidade do caminhão em peso de transporte.

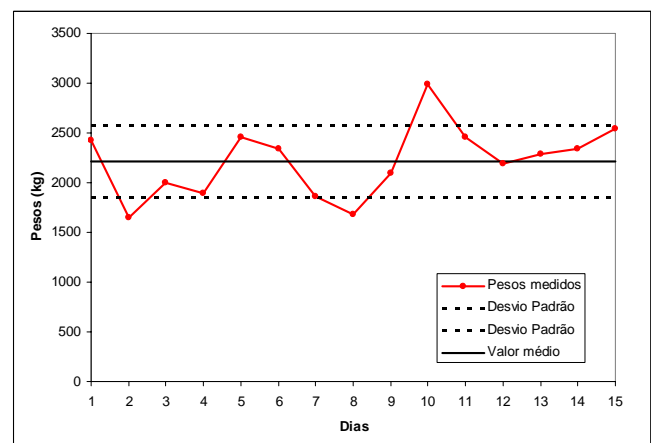


Figura 7 – Peso de rejeitos transportado para o aterro sanitário

Diariamente cada caminhão realiza em média 53 viagens de 3,4km de percurso, totalizando em seu dia de trabalho aproximadamente 182km/dia. Considerando o cálculo para três caminhões a quilometragem percorrida para a execução do serviço é de 540,6km/dia. Segundo controles da empresa, a média de consumo para os 3 caminhões é de 2,2km/l, sendo assim o gasto operacional para cada dia de trabalho é de 245,72 litros de diesel.

Os rejeitos, quando prensados em prensa vertical, apresentam valores médios de massa específica de  $1253,4\text{kg/m}^3$ . O volume médio de 1 fardo é de  $0,49\text{m}^3$ , o peso médio de um fardo é de  $611,25\text{kg}$ . As Figuras 8 e 9 apresentam o rejeito compactado.

Considerando a capacidade volumétrica de  $8\text{m}^3$  (após adaptações de caçamba) e  $6.000\text{kg}$  para caminhões do tipo toco, o transporte destes fardos é economicamente viável. O transporte dos fardos de rejeitos compactados em prensa é muito mais eficaz em relação ao peso transportado, número de viagens e quilometragem percorrida, gerando uma redução no consumo de diesel de 3 vezes quando comparado ao processo operacional atual. A Tabela 2 apresenta a comparação entre o processo operacional atual e utilizando a prensa vertical (fardos).

Tabela 2 – Comparação entre os processos operacionais de transporte de resíduos

Variáveis	Transporte atual	Transporte de rejeito em fardo
Total de rejeitos transportados/dia	352.185 kg/dia	
Volume ocupado/carga	$8\text{ m}^3$	$8\text{ m}^3$
Número de caminhões	3	1
Peso transportado/carga	2215 kg	7735 kg (12 fardos)
Número de viagens/dia	159 viagens	45,5 viagens
Quilometragem percorrida/dia	540,6 km/dia	154,8 km/dia
Consumo de diesel/dia	245,7 l/dia	77,4 l/dia

#### 4.5 Vida útil do aterro sanitário

Segundo Hoffmann [4], com o lay-out do aterro concluído e com o balanço de massa apresentado, mais a consideração de não compactar os rejeitos em prensa, o projeto terá como vida útil de 30 anos.

Com a intenção de buscar dados comparativos reais com a operação realizada no empreendimento e com dados de compactação obtidos em prensa foi recalculado a vida útil do aterro sanitário. Neste novo cálculo foi considerado os valores do levantamento topográfico e da compactação executada em prensa.

Foram recebidos na CTRC  $41.463,35\text{t}$  de resíduos, ocupando  $36.395\text{m}^3$ . Estes dados

apresentam um volume útil para cada dia de operação de  $231,82\text{m}^3$ , este valor indica que o espaço total do aterro sanitário somente será preenchido após 35,5 anos. A Tabela 3 apresenta um resumo dos parâmetros utilizados para estimativa da vida útil do aterro sanitário.



Figura 8 – Rejeito compactado



Figura 9 – Fardos de rejeitos

Nas condições atuais de operação, onde os rejeitos são compactados com trator de esteira, estima-se um aumento de 18,3% na vida útil do do aterro sanitário em relação a estimativa inicial de projeto apresentado a Fepam. Com a compactação de rejeitos em prensa estima-se um acréscimo de vida útil de 30% em relação a este projeto e 9,85% quando comparado ao atual modelo operacional (Tabela 3).

Tabela 3 – Resumo dos dados para cálculo da vida útil do aterro sanitário – operação atual e com prensa vertical

Variável	Valor	
	Atual	Prensa vertical
Período de Avaliação	Março - Agosto	
Número de dias	157	
Massa recebida (t)	41.463,35	
Volume ocupado (m <sup>3</sup> )	36.395,72	
Massa média (t/dia)	-	264,1
Massa esp. fardo (t/m <sup>3</sup> )	-	1,25
Volume/dia (m <sup>3</sup> /dia)	231,82	211,28
Volume Projeto (m <sup>3</sup> )	2.584.350	
Vida útil (anos)	35,5	39,0

## 5. CONCLUSÕES

Verificou-se que a compactação de rejeitos em prensa é mais eficiente que compactar rejeitos com tratores de esteira do tipo D6G no aterro sanitário e que a massa específica deste rejeito está diretamente relacionado à eficiência da triagem.

O transporte de fardos de rejeitos compactados em prensa permite que se obtenha um peso da carga transportada com a total capacidade do caminhão. O transporte de rejeito compactado em prensa vertical gera uma redução de 3 vezes no consumo de diesel mensal devido ao aumento da massa específica do rejeito transportado.

O dimensionamento de maquinários para compactar os rejeitos em prensa demonstra uma redução no número de equipamentos a serem utilizados. A unidade de triagem deixaria de operar com três caçambas para transporte do rejeito e passaria somente a transportar os rejeitos com auxílio de um caminhão do tipo munck. O aterro sanitário sofreria grandes modificações em sua operação, pois os resíduos dispostos chegariam compactados, restando somente a acomodação dos mesmos em locais que facilitem o recobrimento e auxiliem na montagem das redes de drenagem. A

carga horária e consumo de diesel seriam reduzidos gerando uma economia de 38% no mês.

O projeto executivo prevê uma vida útil para o aterro sanitário de 30 anos. Sendo que atualmente os resultados apresentam um potencial de vida útil de 35,5 anos. A compactação de rejeitos em prensa demonstrou-se de melhor eficiência, pois o potencial de vida útil aumentaria para 39 anos, conforme os resultados encontrados. Este acréscimo gera um potencial de recebimento para mais 32.760t de resíduos.

Assim o estudo propõe a utilização de equipamentos específicos para o serviço prevendo um aumento da massa específica, redução de custos operacionais e aumento significativo da vida útil do aterro sanitário. Os autores sugerem para a continuidade do estudo e a realização da avaliação da massa específica dos rejeitos compactados em prensa contínua.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a empresa Tecnoresíduos Soluções Ambientais pelos dados fornecidos e apoio operacional no desenvolvimento deste estudo. Ao Programa de Pós-Graduação de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Maria que possibilitou o desenvolvimento do mestrado do primeiro autor.

## REFERÊNCIAS

1. Cervi, G. - *Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos* – Plano Diretor – Santa Maria/RS, 2005.
2. Fonseca, E. - *Iniciação ao Estudo dos Resíduos Sólidos e da Limpeza Urbana*. João Pessoa: A união, 2001. 122 p
3. Habitzreuter, M.T. - *Análise da Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) da Região de Santa Maria, Pré e Pós – Triagem*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre. 2008.
4. Hofmann, M. - *Central de Tratamento de Resíduos da Caturrita* - Projeto Executivo. Santa Maria, 2006.
5. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. Censo 2000. Disponível em <

- <http://www.ibge.gov.br> >. Acesso em: 20 de agosto de 2008.
6. Juca, T.F.J. - *Destinação Final dos Resíduos Sólidos no Brasil: Situação Atual e Perfectivas*. Ln: RESID'2004 - Seminário sobre Resíduos Sólidos. São Paulo, 2004. 1 CD-ROM.
  7. Neto, J.T.P. - *Gerenciamento de Resíduos Sólidos em Municípios de Pequeno Porte*. In: *Ciência & Ambiente*. Santa Maria/RS: Editora da UFSM, 1999.
  8. Reichert, G. A. - *Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos: uma proposta inovadora*. In: *Ciência & Ambiente – Universidade Federal de Santa Maria*. N° 18, Janeiro/Junho de 1999. Lixo Urbano. Santa Maria : Editora da UFSM, 1999.
  9. Roth, B. W., Isaia, E. M. B. I.; Isaia, T. - *Destinação final dos resíduos sólidos urbanos*. In: *Ciência & Ambiente – Universidade Federal de Santa Maria*. N° 18, Janeiro/Junho de 1999. Lixo Urbano. Santa Maria : Editora da UFSM, 1999.
  10. Santos, J. - *Os caminhos do lixo em Campo Grande: disposição dos resíduos sólidos na organização do espaço urbano*. Campo Grande: editora UCDB, p.15, 2000.
  11. Salomoni, R. - *Composição Física dos Resíduos Sólidos Urbanos destinados a Usina de triagem e Compostagem de um Consórcio de pequenos municípios*. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia Ambiental - Centro Universitário Franciscano, Santa Maria. 2005.
  12. Salomoni, R. *Viabilidade do processo operacional ca Central de Tratamento de Resíduos da Caturrita (CTRC) – Santa Maria, RS*. Dissertação do Mestrado, PPGEC/UFSM, Santa Maria, 2008