



III-248 – FORMAÇÃO DE CONSÓRCIO PARA DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM PEQUENOS MUNICÍPIOS ALAGOANOS

Claudionor de Oliveira Silva⁽¹⁾

Graduado em geografia pela FFPBJ. Especialização em Recursos Hídricos pela UFAL. Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento pela Universidade Federal de Alagoas (PPGRHS/UFAL).

Nélia Henriques Callado⁽²⁾

Graduada em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Mestra e Doutora pela EESC/USP. Professora Adjunta da Universidade Federal de Alagoas.

Endereço⁽¹⁾: Rua José Francisco Leão, 61 – Santa Maria Madalena – União dos Palmares - Al - CEP: 57.800-000 - Brasil - Tel: (82) 9988-5582 - e-mail: claudionor.oliveira@hotmail.com

RESUMO

A Revolução Industrial possibilitou a produção de materiais e equipamentos mais rapidamente, através do emprego das máquinas, de forma diferente dos processos artesanais, aumentando significativamente a geração de lixo e conseqüentes dificuldades para gestão desses resíduos, principalmente nos pequenos municípios. Dessa forma este estudo buscou realizar levantamentos de dados para que os gestores municipais elaborem políticas públicas, na gestão dos resíduos sólidos e sua destinação final, por meio de aterro sanitário consorciado em quatro municípios da região Serrana dos Quilombos de Alagoas: União dos Palmares, Ibateguara, São José da Laje e Santana do Mundaú. A metodologia envolveu pesquisa de campo aplicada, quantitativa e qualitativa, e pesquisa documental junto às Prefeituras municipais. Fez-se então um diagnóstico de limpeza urbana, quantificação dos resíduos domésticos, de varrição, construção e demolição e resíduos de serviço de saúde, dos municípios envolvidos, chegando-se ao tamanho da área necessária para receber o lixo desses municípios por um período de vida útil de 30 anos. Em seguida foi feito um estudo de seleção de áreas onde foram identificadas áreas com potencial para receber o aterro sanitário consorciado. Para seleção de áreas foram criadas macros-áreas de restrições, originadas da abordagem dos parâmetros técnicos e outras restrições, originando-se em quatro áreas. Logo após, com o uso dos parâmetros ambientais e antrópicos, foram priorizadas as áreas AS2 e AS3, como sendo as de maiores aptidões para receber o aterro, e excluída a área AS1. Por fim, fez-se um plano de recuperação das áreas degradadas por lixões, gerando-se croquis e o modelo numérico do terreno da área de cada lixão.

PALAVRAS-CHAVE: Aterro Sanitário consorciado, Resíduos Sólidos, Geoprocessamento.

1. INTRODUÇÃO

A Revolução Industrial possibilitou colocar em prática alguns “sonhos”. Graças ao desenvolvimento da tecnologia de produção e diversificação de materiais, intensificou-se o consumo e surgiram diversos tipos de lixo: industrial, domiciliares, urbanos, hospitalares etc.

Na maioria dos municípios brasileiros o destino do lixo acontece nos vazadouros ou como são mais conhecidos nos lixões, sem nenhuma proteção ao meio ambiente, sem nenhum método de tratamento do mesmo. Dentre os municípios, os de pequeno porte tentam equacionar os problemas ambientais decorrentes da destinação final inadequada, muitas vezes com grandes dificuldades, por apresentarem carências de recursos técnicos e financeiros. Dessa forma a adoção de um aterro sanitário consorciado surge como uma ferramenta de desenvolvimento Intermunicipal e instrumento de Integração Regional (Lima, 2003).

Particularmente no que tange à utilização dos aterros sanitários como forma de disposição de resíduos sólidos nas pequenas comunidades, pode-se considerar esse método como de grande aplicabilidade devido à fácil operação e custos baixos, quando comparados com outras formas e técnicas de disposição de resíduos sólidos urbanos. Todas as técnicas tradicionais de gerenciamento necessitam complementarmente do aterro sanitário, na medida em que aproximadamente 30% de materiais devem ser dispostos em aterros sanitários como escórias e cinzas no caso da incineração e materiais não aproveitados no processo de compostagem. Neste processo, entende-se que na escolha do local onde será implantado o aterro sanitário é importante considerar



os aspectos técnicos, ambientais e socioambientais. Para tanto o uso dos recursos das técnicas de geoprocessamento é uma ferramenta de grande valia (Melo, 2008).

A Microrregião Serrana dos Quilombos é marcada pela ligação de seus municípios com a mais importante rebelião negra das Américas, acontecida no século XVII em seu território, o Quilombo dos Palmares. Essa região é composta pelos municípios de Iateguara, Chã Preta, Pindoba, Santana do Mundaú, São José da Laje, União dos Palmares, Viçosa. Nessa região a base principal da economia são as plantações de cana de açúcar e a pecuária de corte. Vale salientar, que, a cidade pólo dessa Microrregião é União dos Palmares, por apresentar fortes ligações econômicas, social e turística.

Neste sentido, este trabalho visa a uma análise técnica da situação atual do serviço de limpeza urbana e um estudo de seleção de áreas potenciais para implantação de um aterro sanitário em formação de consórcio para quatro municípios dessa microrregião: União dos Palmares, Iateguara, São José da Laje e Santana do Mundaú.

A importância deste estudo para a gestão integrada de resíduos sólidos urbanos é sua contribuição de levantamento de dados para que os gestores municipais, envolvidos na elaboração de políticas públicas, possam melhorar o quadro atual da gestão dos resíduos sólidos urbanos, assim como também da destinação final dos mesmos por meio de uma área consorciada que seja tecnicamente e ambientalmente adequada para esse fim, favorecendo a saúde pública da população das localidades envolvidas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Diagnóstico do sistema de limpeza urbana

Para realizar o diagnóstico do sistema de limpeza urbana procurou identificar: forma de execução dos serviços, estrutura organizacional do sistema, a estrutura física operacional, forma de administração, existência de associações de catadores e custo dos serviços de limpeza urbana

A caracterização dos resíduos dos municípios envolvidos foram realizados através da composição gravimétrica e o peso específico, com frequência quinzenal durante o período de 3 meses em cada município. As análises foram realizadas na área de disposição dos resíduos (lixões). Foram utilizadas balanças com capacidade para 1000 kg 100 kg e 3100g, tambores com capacidade para 100 litros, lonas plásticas, baldes, pás, enxadas, ancinhos, máscaras, luvas de PVC, botas e botas de borracha. Os equipamentos e mão-de-obra para execução do trabalho, contou com o apoio das prefeituras envolvidas e entidades locais que trabalham com resíduos sólidos.

Para determinação do peso específico, se coletou amostras proveniente do descarregamento do caminhão coletor na chegada deste ao lixão (aproximadamente 400 kg) em um local previamente preparado para receber a amostra (limpo com lona). Depois da descarga Foram pesados e cubados em tambores 200 kg de lixo. Para a determinação da densidade foi utilizada a equação 1.

$$\rho = \frac{M - Mr}{V} \text{ (Kg/m}^3\text{)} \dots\dots\dots \text{equação 1}$$

Onde: ρ = Densidade;
M = massa de resíduos;
Mr = massa do recipiente;
V = Volume do recipiente.

O ensaio da determinação de composição gravimétrica iniciou com as amostras de 200 kg. As amostras eram homogeneizada dividida em 4 partes iguais. Desprezavam-se duas quartas parte, finalizando o primeiro quarteamento. Logo após, os dois montes restantes era novamente misturados e divididas em 4 partes. Novamente desprezavam-se duas quartas partes finalizando o segundo quarteamento. A separação dos materiais foi feita manualmente. Para a determinação da composição gravimétrica foi utilizada a equação 2.

$$CG(\%) = \frac{Mc}{Mt} \times 100 \dots\dots\dots \text{equação 2}$$

Onde: CG é a composição gravimétrica (%);



Mc é a massa do componente (Kg);

Mt é a massa total (Kg).

Para a estimativa de geração per capita de lixo, primeiro realizou-se uma pesquisa junto ao IBGE (2000) para levantar a população dos municípios envolvidos. Foi aplicada a taxa de crescimento populacional, indicada pelo IBGE, para estimar as populações do ano de 2008. Paralelamente foi realizado um trabalho de campo para estimar a quantidade de resíduos, através de contagens e cubagens dos caminhões coletores, realizado com frequência quinzenal durante 3 meses. Aos volumes diários de resíduos, foi aplicada a densidade média calculado na determinação do peso específico. Os dados de quantidades de lixo foram correlacionados com as populações de cada município. O coeficiente foi calculado utilizando a equação 3.

$$PC = Q / P \dots\dots\dots \text{eq. 3}$$

Onde: PC = *per capita* de lixo, kg/hab.dia

Q = Quantidade de lixo, kg

P = população urbana de 2008, hab

Os municípios pesquisados não têm coleta diferenciada, assim a quantificação da geração dos serviços de saúde (RSS) foi realizada através de amostragens, pesadas em cada estabelecimento, com frequência quinzenal durante 3 meses. Em seguida foi feito um levantamento através do IBGE para identificar o número de leitos em cada município. O coeficiente per capita de RSS foi calculado utilizando-se a equação 4.

$$PC_{RSS} = Q_{RSS} / L \dots\dots\dots \text{eq. 4}$$

Onde: PC_{RSS} = *per capita* de RSS, kg/leito.dia

Q_{RSS} = Quantidade de RSS, kg

L = numero de leitos

Os resíduos de varrição podas e capina (RVPC), foi obtida através de processos de amostragens que chegam ao lixão, com frequência quinzenal durante 3 meses em cada município. Ao volume médio diário obtido foi aplicada a densidade de 900 kg/m³ (GERSRAD, 2004). A geração per capita de RVPC foi então calculada seguindo a equação 5.

$$PC_{RVPC} = Q / P \dots\dots\dots \text{eq. 5}$$

Onde: PC_{RVPC} = *per capita* de RVPC, kg/hab.dia

Q_{RVPC} = Quantidade de RVPC, kg

P = população urbana de 2008, hab

A quantificação dos resíduos de construção civil (RCC) foi estimada semelhante ao RVPC. O volume diários de resíduos foi cubados com frequência quinzenal durante o período de 3 meses em cada município. Ao valor médio diário cubado foi aplicada a densidade 2.300 kg/m³ (GERSRAD, 2004). A geração de RCC foi calculada seguindo a equação 6.

$$PC_{RCC} = Q_{RCC} / P \dots\dots\dots \text{eq. 6}$$

Onde: PC_{RCC} = *per capita* de RCC, kg/hab.dia

Q_{RCC} = Quantidade de RCC, kg

P = população urbana de 2008, hab

Volume de resíduos destinados ao aterro sanitário

Inicialmente foi adotado um período de 30 anos como horizonte de projeto, e foi levada em consideração a geração per capita de lixo, a composição gravimétrica do mesmo e também a evolução dos quatros municípios. O crescimento populacional foi projetado a partir do levantamento de dados junto ao IBGE, relativos aos anos 1970, 1980, 1991, 1996, 2000 e 2006. Foi aplicado um estudo estatístico baseado no princípio dos mínimos quadrados, determinando-se as equações das curvas de crescimento e calculando-se o coeficiente de correlação linear para verificar ajustes. Para se obter a massa bruta de lixo gerada a cada ano foi aplicada a equação 7.



$$RSDVi = P_i \cdot C_{RSi} \cdot EC \cdot 365/1000 \dots\dots\dots \text{eq. 7}$$

Onde: $RSDVi$ = massa de resíduo coletado no ano i , ton/ano;

P_i = população no ano “ i ”, hab;

C_{RSi} = coeficiente de geração per capita de lixo no ano “ i ”, kg/hab.dia;

EC = eficiência da coleta.

Tamanho da área

Para se chegar a uma estimativa da área do aterro sanitário consorciado, foi considerada a implantação de programas de reciclagem. Foram considerados resíduos potencialmente recicláveis apenas o vidro, plástico, papel metal e os inertes, deixando de fora do processo a matéria orgânica. Para chegar o montante de resíduos reciclados foram considerados os dados percentuais da geração per capita de lixo potencialmente recicláveis levantados na composição gravimétrica de cada município, projetados para 30 anos com crescimento de 0,5% ao ano. A massa de lixo potencialmente reciclado foi calculado pela equação 8.

$$RRi = RSDVi \times CRRi \dots\dots\dots \text{eq. 8}$$

Onde: RRi = massa efetiva de recicláveis no ano “ i ”, em ton/ano;

$RSDVi$ = massa de resíduo coletado no ano “ i ”, em ton/ano;

$CRRi$ = coeficiente de geração efetiva de recicláveis no ano “ i ”, %.

Calculada a massa efetiva de recicláveis em ano para cada município, foi utilizado a equação 9 para encontrar a massa anual de lixo, em peso, depositado no aterro ao longo do horizonte de projeto de 30 anos.

$$M_{RSDV} = RSDVi - RRi \dots\dots\dots \text{eq. 9}$$

Onde: M_{RSDV} = massa de lixo que vai para o aterro no ano “ i ”, ton/ano

$RSDVi$ = massa de lixo urbano coletado no ano “ i ”, ton/ano

RRi = quantidade efetiva de recicláveis no ano “ i ”, ton/ano

O volume final do aterro foi o somatório da massa anual dividida pelo peso específico do lixo compactado, somado ao volume de terra necessário ao recobrimento do lixo durante a operação de recobrimento. Foi considerado um acréscimo de 30% no volume total da massa de resíduos, e densidade do lixo compactado de 0,8 ton/m³ (FEAM, 2005). Para o cálculo do volume final foi utilizado a equação 10.

$$V_{RSDV} = (M_{RSDV}/D_{RS}) + V_{COB} \dots\dots\dots \text{eq. 10}$$

Onde: V_{RSDV} = volume do resíduo no aterro sanitário, em m³;

M_{RSDV} = massa do resíduo disposto, em ton;

D_{RS} = peso específico do resíduo sólido, em ton/m³;

V_{COB} = volume do recobrimento da célula, m³

A área a ser ocupada pelo lixo enterrado foi calculada dividindo-se pela altura de vinte metros, para o condicionamento das células. Foi adicionado a essa área um percentual de 50%, destinado a infra-estrutura adequada ao funcionamento. Com base na equação 11 pôde-se obter a área necessária ao aterro sanitário consorciado, ao longo de 30 anos.

$$A_t = \left(\frac{V_{RSDV}}{h} \right) + A_{IE} \dots\dots\dots \text{eq. 11}$$

Onde: A_t = área do aterro sanitário;

V_{RSDV} = volume do resíduo no aterro sanitário;

h = altura média do aterro sanitário;

A_{IE} = área da infra-estrutura do aterro sanitário;



Seleção da área do aterro consorciado

A seleção de áreas para implantação do aterro consorciado foi realizada no Laboratório de Geografia Aplicada – LGA/IGDEMA/UFAL, desenvolvida em 6 (seis) etapas: coleta de dados, definição de critérios e diretrizes, preparação dos mapas temáticos, levantamento de campo, análise por geoprocessamento com aplicações de pesos e notas aos temas selecionados e hierarquização das áreas.

A coleta de dados levou em conta a legislação aplicada a todos os municípios, seja na esfera federal, Estadual ou Municipal, as normas técnicas, e dadas ambientais disponíveis em instituições ligadas a esta área de conhecimento, tais como: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, Instituto do meio Ambiente – IMA/AL, Secretaria Estadual de Proteção ao Meio Ambiente – SEPRAM, e Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), além de consultas a outros trabalhos nessa mesma linha.

Em função dos dados disponíveis na literatura foram estabelecidos dois tipos de critérios, os de ordem legal, técnicos e outras restrições, e os de ordem ambiental. Os critérios de ordem legal, técnicos e outras restrições foram utilizados para delinear as macro-áreas, com esse critério trabalhou-se área de conservação, distância de núcleos urbanos, proximidade de rede viária e centros de massa de coleta de resíduos sólidos. Os critérios de ordem ambiental foram utilizados para selecionar, dentro das macro-áreas, as áreas com potencial para receber o aterro sanitário consorciado.

Com relação aos critérios legal, técnicos e outras restrições foram levantados se na área em estudo existem áreas de conservação, e se elas se classificam como unidade de proteção integral ou de uso sustentável. Essas áreas foram excluídas para fins de aterro sanitário. Foram identificados os centros de massa de resíduos sólidos para os quatro municípios, com distância de no máximo 20 km. Foram mapeados os núcleos urbanos dos quatro municípios e delimitados a distância de 500 m a cada um. O parâmetro proximidade de rede viária interfere nos custos operacionais do transporte do lixo. Por razões estéticas não é recomendada a implantação de aterros sanitários a menos que 200 m e superiores a 4000 m da rede viária.

Como critério de ordem ambiental, com exceção dos recursos hídricos, os demais foram desenvolvidos e analisados através de trabalho de campo, envolvendo tipo de solo, uso e cobertura vegetal, altitude e geomorfologia. Como preconizam as Normas Brasileiras NBRs 13.896/97 e 10.157/87 os recursos hídricos, foram estabelecidos a existência mínima de 200 m, entre o aterro e o corpo d'água.

A base de dados para preparação dos mapas temáticos utilizada no estudo foi gerada pelo Laboratório de Geoprocessamento aplicado (LGA) do Instituto de geografia Desenvolvimento e Meio Ambiente (IGDEMA/UFAL) utilizando a base cartográfica da 3ª Divisão de levantamento – DSG do Exército Brasileiro no formato digital Raster, georreferenciadas, das folhas, MI 1524, MI 1524-2/NE, MI 1524-2/s, nas escalas de 1:100.000 e 1:25.000. Foram preparados dois grupos de mapas, os que representam os critérios legais, técnicos e outras restrições e os que representam os critérios ambientais foram analisados apenas para as áreas pré-selecionadas, em trabalho de campo. A tabela 1 apresenta os planos de informações utilizados.

Foram estabelecidos critérios com base nos mapas temáticos gerados e valoração das variáveis (pesos e notas), para cada um dos critérios selecionados. Utilizando o geoprocessamento foi feita a interpretação computacional dos dados segundo a equação contida no Sistema de apoio a Decisão (SAD) dos sistemas, SAGA/UFRJ, GVSIG e TERRA VIEW.

**Tabela 1: Base de dados digital da área em estudo.**

PARÂMETROS	DADOS
Base cartográfica:	Base cartográfica da 3ª Divisão de Levantamento – DSG do Exército Brasileiro, no formato digital Raster, georreferenciadas, das folhas, MI 1524, Mi 1524-2/NE, MI 1524-2/SO, nas escalas de 1:25. 000 e 1:100. 000.
Abrangência:	Área total: 1.178 Área mapeada: 80 km
Parâmetros técnicos e outras restrições: -Variáveis levantadas	- CMCRS – 20 km - Proximidade para rede viária - >200 <4000 - Proximidade para rede de drenagem – 200m - Área de conservação - Núcleos urbanos – 500m
Parâmetros ambientais: -Variáveis levantadas	- Uso do solo e cobertura vegetal: pecuária, pastagem, frutíferas, cana-de-açúcar, agricultura familiar, florestas - Acesso por rede viária - Acesso por ferrovia - Existência de rede elétrica - Declividade - Altitude - Relevo

A avaliação constituiu inicialmente na identificação de macro-áreas pelo entrecruzamento dos mapas de critérios legais, técnicos e outras restrições utilizando-se média ponderada. Essa estrutura resultou no mapa de macro-áreas com CMCRS, área urbana e rede viária. Os pesos e notas atribuídas a cada parâmetro utilizado na identificação das macro-áreas para os municípios em estudo estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2: Parâmetros, pesos e notas atribuídos no estudo das macro-áreas.

PARÂMETROS	PESOS	CLASSES	NOTAS
CMCRS	30%	Não atende aos CMCRS	0
		Atende a 1 CMCRS	3
		Atende a 2 CMCRS	6
		Atende a 3 CMCRS	8
		Atende a 4 CMCRS	10
Existência de APAs e UCNs	30%	Dentro de APAs e/ou UCNs	0
		Fora de APAs e/ou UCNs	10
Proximidade de núcleos urbanos	25%	Distância menor que 500 m	0
		Distância maior que 500 m	10
Proximidade de rede viária	15%	> 4.000 m	7
		200 m < Distância < 4.000 m	10

Em seguida foi feito o entrecruzamento do mapa de macro-áreas com CMCRS, área urbana e rede viária com o mapa de rede de drenagem acrescido de buffer de 200 m utilizando média ponderada. Para as áreas pré-selecionadas os demais planos de informação ambiental foram analisados e ponderados pela utilização de pesos segundo sua importância relativa, e de acordo com os subsídios para a ponderação de fatores ambientais na localização de aterros de resíduos sólidos, apontados, entre outros, por Pfeiffer (2001). A tabela 3 apresenta os pesos e notas atribuídos a cada parâmetro utilizado na seleção de áreas para o aterro consorciado.

Foram realizadas idas ao campo com o objetivo de reconhecimento das áreas selecionadas utilizando-se mapas que orientaram as inspeções, verificação das variáveis ambientais e acessibilidade das áreas potenciais selecionadas (vias, eletricidade, uso e cobertura vegetal, altitude, declividade, etc.), e calibração dos resultados, esta etapa contou com registros sobre a base cartográfica e fotos.

**Tabela 3: Pesos e notas atribuídos aos parâmetros utilizados.**

PARÂMETROS	PESOS	CLASSES	NOTAS
Proximidade da rede de drenagem	20 %	Menor que 200 m	0
		Maior que 200 m	10
Altitude	5 %	180 m a 220 m	9
		220 m a 280 m	8
		280 m a 320 m	8
		320 m a 360 m	7
		360 m a 400 m	7
Declividade	20 %	< 1 %	5
		1 % a 30 %	10
		> 30 %	0
Uso do solo e cobertura vegetal	15 %	Floresta Ombrófila Secundária	7
		Solo exposto em preparo para Cultivo	8
		Pecuária	7
		Pastagem	7
		Frutíferas	8
		Cana – de - Açúcar	7
		Agricultura familiar	8
Litologia (levantados em campo)	20 %	cristalinos do planalto da Borborema	6
		solo argiloso	8
		solo massapé de textura vermelho-amarelo	10
Geomorfologia	20 %	formas abauladas	10
		formas convexizadas	8

Na hierarquização das áreas, além dos parâmetros já analisados, foram analisadas algumas condições antropicas, tais como: acesso, utilizando-se o traçado da rede viária (inclusive ferrovia); o raio de distancia de cada área as sedes urbanas de cada município, utilizando o mapa de dados básicos; existência de rede elétrica, travessia de unidades de conservação Naturais (UNC) e de Áreas de Proteção Ambiental (APAs). Nesta análise foram obtidas três notas, uma para os parâmetros legais, técnicos e outras restrições, uma para os ambientais, e uma terceira para os antrópicos. A tabela 4 apresenta os pesos e notas atribuídos a cada parâmetro utilizado na hierarquização das áreas selecionadas para o aterro.

Tabela 4: Pesos e notas atribuídos aos aspectos antrópicos.

PARÂMETROS	PESOS	CLASSES	NOTAS
Acesso por rede viária	20 %	Caminhos	5
		Via não pavimentada	7
		Via pavimentada	10
Acesso por ferrovia	15 %	Não existência de ferrovia	5
		Existência de ferrovia	10
Raio da distância as sedes urbanas	20 %	Σ raios > 60 km	8
		Σ raios < 60 km	10
Existência de rede elétrica	20 %	Não existe	5
		Existe	10
Travessia de APAs e UNCs	10 %	Caminhão de coleta atravessa	5
		Caminhão de coleta não atravessa	10
Tamanho da área	15 %	Menor que 20 ha	8
		Maior que 20 ha	10

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Diagnóstico de limpeza urbana

A população urbana de São José da Laje é constituída de 14.514 habitantes, residentes em 4.803 domicílios; União dos Palmares é constituída de 44.170 habitantes, residentes em 13.652 domicílios; Santana do Mundaú



é constituída de 6.200 habitantes, residentes em 2.271 domicílios; Ibateguara com 9.108 habitantes, residentes em 3.214 domicílios. Em todos os municípios a população é atendida em sua totalidade, ou seja, a coleta é realizada em todos os domicílios ocupados.

A frequência de coleta é realizada no período diurno, de segunda a sábado, excluindo o domingo. A coleta é diferenciada apenas no município de União dos palmares, (zona urbana e periférica), sendo na zona urbana, a coleta é realizada todos os dias e na zona periférica dias alternados, no período diurno;

Nos quatro municípios a regularidade de coleta é mantida dentro do planejamento, ou seja, de segunda a sábado. Em União dos Palmares, a coleta é feita também aos domingos; quando acontece, as feiras livres no bairro Roberto Correia de Araújo e eventos festivos.

As prefeituras não adotam o revezamento de equipes de trabalho, oferecendo aspectos favoráveis e desfavoráveis na coleta. O método de coleta é o direto, onde o lixo deve ser acondicionado em sacos plásticos, para os coletores recolherem.

A prefeitura de União dos Palmares dispõe de quatro caçambas, dois tratores e uma caçamba truque; São José da Laje, duas caçambas e dois caminhões de carrocerias; Santana do Mundaú, um trator; Ibateguara, um trator e uma caçamba; todos são antigos e diariamente necessitam de reparos.

Em união dos Palmares, a coleta é realizada com uma guarnição de 07 (sete) motoristas e 27 operários coletores, atingindo um índice de 01 (um) operário para cada 1.636 habitantes (**1:1636**); São Jose da Laje, 04 (quatro) motorista e 35 operários coletores, atingindo um índice de 01 (um) coletor para cada 518 habitantes (**1:518**); Ibateguara, 02 (dois) motoristas e 12 operários coletores, atingindo um índice de 01 (um) coletor para cada 1.012 habitantes (**1:1012**); Santana do Mundaú, 01 (um) motorista e 7 operários coletores, atingindo um índice de 01(um) coletor para cada 886 habitantes (**1:886**).

A maioria dos operários coletores só possui o nível fundamental, devendo os municípios investir e incentivá-los a melhorar o nível de escolaridade, oferecendo cursos de capacitação. Os equipamentos de segurança utilizados pelos operários da limpeza urbana são escassos.

Composição e geração per capita de resíduos

Dos componentes encontrados nos resíduos sólidos domiciliares coletados nos municípios em 2008, o material orgânico predominou: União dos Palmares 55,5%, São José da Laje 60,54%, Santana do Mundaú 55,86% e Ibateguara 58,85.

Dos materiais potencialmente recicláveis, União dos Palmares obteve 22,8%, São José da Laje 17,86%, Santana do Mundaú 19,4% e Ibateguara 21,20%.

Em função da compactação alguns materiais não foram identificados, ficando União dos Palmares com 12,8%, São José da Laje 16,43%, Santana do Mundaú com 17,20% e Ibateguara com 16,32%. Nas amostras, outros materiais foram identificados (restos de tecidos, couros, madeiras, ossos e borracha), ficando União dos Palmares com 8,9%, São José da laje 5,18%, Santana do Mundaú 3,44% e Ibateguara 3,64%.

A geração per capita dos resíduos coletados em São José da Laje foram: resíduos domiciliares 12,3 ton/dia, totalizando 0, 840 kgs/hab/dia, RSS 3,94 quilos, totalizando 0,56 kgs/dia, construção civil 4.360 quilos semanal, totalizando 622,86 kgs/dia. Ficando São José da Laje com uma produção total de 12,94 ton/dia e geração per capita de 0, 882 kgs/hab/dia.

Ibateguara, resíduos domiciliares 7,9 ton/dia, totalizando 0, 859 kgs/hab/dia, RSS 2,56 quilos, totalizando 0,36 kgs/dia, construção civil 2.340 quilos semanal, totalizando 334,28 kgs/dia. Ficando Ibategura com uma produção total de 8,24 ton/dia e geração per capita de 0, 859 kgs/hab/dia.

Santana do Mundaú, resíduos domiciliares 5,09 ton/dia, totalizando 0, 813 kgs/hab/dia, RSS 0,96 quilos, totalizando 0,14 kgs/dia, construção civil 5.880 quilos semanal, totalizando 840 kgs/dia. Ficando Santana do Mundaú com uma produção total de 5,9 ton/dia e geração per capita de 0, 947 kgs/hab/dia.

União dos Palmares, resíduos domiciliares 34,5 ton/dia, totalizando 0, 773 kgs/hab/dia, RSS 18,72 quilos, totalizando 2,67 kgs/dia, construção civil 15.000 quilos semanal, totalizando 2.143 kgs/dia. Ficando União



dos Palmares com uma produção total de 36,51 ton/dia e geração per capita de 0,818 kgs/hab/dia. As tabelas 5 e 6 contêm os resultados anuais das quantidades de resíduos e material potencialmente recicláveis em toneladas por ano dos municípios estudados.

Tabela 5: Quantidades dos resíduos dos municípios estudados em 2008.

Resíduo	União (ton/ano)	Ibateguara (ton/ano)	Laje (ton/ano)	Mundaú (ton/ano)	Quant. total (ton/ano)
Construção civil	626,07	109,1	207,07	295,97	1238,21
Domiciliares	13.381,61	3114,65	4574,96	2389,01	23.460,23
Recicláveis	66,91	15,57	22,87	11,95	117,3
Total	14074,59	3239,32	4804,9	2696,93	24815,74

Tabela 6: Projeção dos resíduos recicláveis nos municípios em estudo.

Ano	Resíduo	União	Ibateguara	Laje	Mundaú	Quant. total
2038	Rec.(ton)	3324,05	664,22	974,77	509,32	5472,36
2038	Inertes (ton)	24363,66	3950,88	7495,98	10716,98	46527,5
Total		27687,71	4615,1	8470,75	11226,3	51999,86

Área do aterro sanitário consorciado

Para o período de alcance de 30 anos a estimativa de geração de resíduos potencialmente recicláveis é de 52.000 toneladas, isso considerando apenas o vidro, plástico, metal, papel e os inertes.

Estimou-se a quantidade de lixo a ser depositado no aterro sanitário, cuja quantidade de resíduos aterrado, acumulado para o período de 30 anos é de 1.042.471 ton.

Como as células do aterro serão cobertas com solo a cada jornada de trabalho, considerou-se um acréscimo de 30% de acordo com a literatura (FEAM, 2005), obtendo-se para o período de 30 anos o volume de aterro será de 1.700.436 m³.

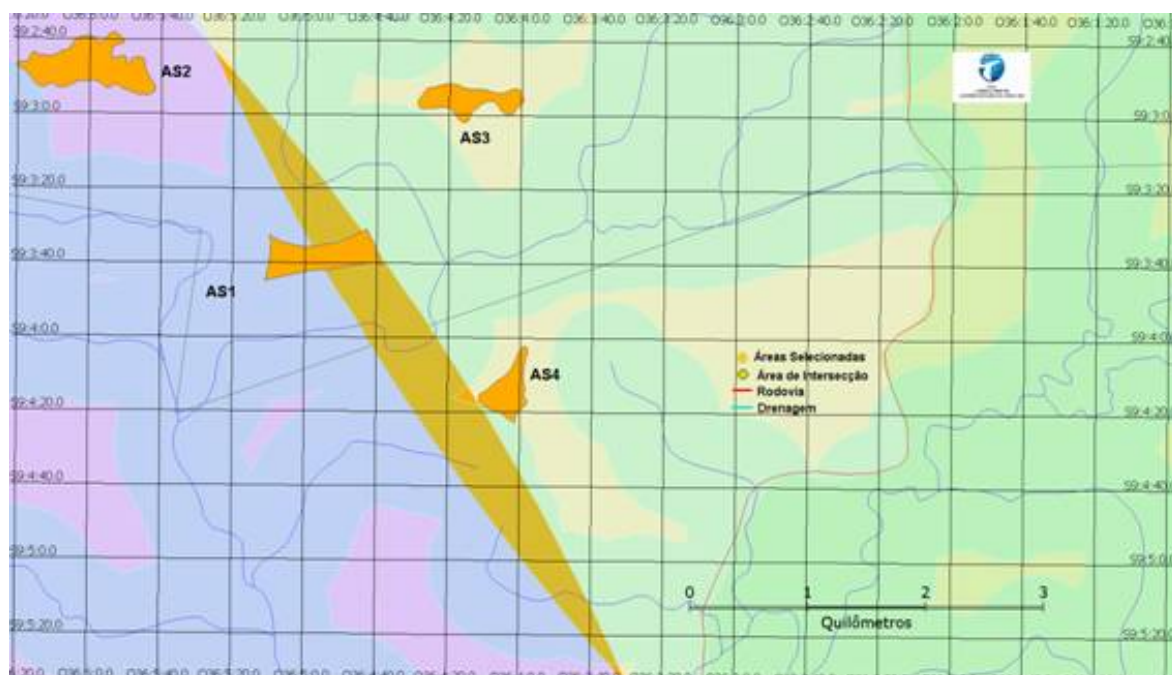
Considerou-se a altura de 20 metros, para o condicionamento das células, acrescida de 50% da área de aterro para implantação de área verde, circundando o aterro; instalações de apoio (portaria, administração, balança e almoxarifado); estação de tratamento de chorume; pátio de estocagem e compostagem; área livre e queimadores (FLAIR); valas sépticas. Essas considerações levaram a uma área de 12,60 ha. A tabela 7 apresenta resumidamente os dados de quantidades, volumes e áreas, necessários para a implantação do aterro consorciado.

Tabela 7: Estimativa da área do aterro consorciado.

Cidades	Ano	População (hab)	RSDV (ton/ano)	MRSDV acum.(ton)	VRSDV (m³)	Área (ha)
U. dos Palmares	2038	69437	664810,33	664810,33	1035324,25	7,61
São José da Laje	2038	19211	194954,05	194954,05	303035,37	2,27
Ibateguara	2038	12898	132843,03	132843,03	214790,57	1,61
Sant. do Mundaú	2038	9355	101863,65	101863,65	147285,7	1,10
	Total	110.901	1.094.471,1	1.042.471,2	1.700.435,9	12,60

Seleção de áreas

Na primeira etapa, nas macro-áreas selecionadas foram identificadas 4 áreas: AS1, AS2, AS3 e AS4 (Figura 1). Na segunda etapa, quando aplicados os parâmetros ambientais verificou-se que entre as 4 (quatro) áreas que poderiam receber o aterro consorciado, as áreas AS2 e AS3, foram as que obtiveram maiores notas e portanto melhores condições para receber o aterro.



A área selecionada AS2 obteve o segundo melhor escore de avaliação nos critérios “legais, técnicos e outros” e nos critérios “ambientais”, e o 3º lugar nos parâmetros “antrópicos”, mas ficou em primeiro lugar na classificação final e possui área com 32,3 hectares.

A área selecionada AS3 obteve os melhores escores de avaliação nos critérios “ambientais”, ficou em segundo lugar nos “legais, técnicos e outros” e o 4º lugar nos parâmetros “antrópicos”, mas ficou em segundo lugar na classificação final e possui área com 15,3 hectares.

A área selecionada AS4 ficou em primeiro lugar nos parâmetros “antrópicos”, obteve o segundo melhor escore de avaliação nos critérios “legais, técnicos e outros”, o 3º lugar nos parâmetros “ambientais”, ficando em terceiro lugar na classificação final.

A área selecionada AS1, apesar de atender aos centro de massa de coleta de resíduos sólidos dos quatro municípios, possui declividades acentuadas (> 30%), não recomendada pela legislação para implantação de aterros sanitários, e, portanto foi desclassificada.

4. CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

Apesar da coleta de lixo ser realizada em todos os domicílios ocupados, sua disposição final são em lixões, indicando que, os gestores dos municípios estudados não dão a devida atenção ao estreito relacionamento que existe entre os serviços de limpeza urbana, meio ambiente e saúde da população;

A população também não contribui com sua parcela de responsabilidade da limpeza urbana, achando que tudo deve ser a cargo da prefeitura municipal; dessa forma as prefeituras devem desenvolver campanhas educativas com objetivo de orientar os moradores sobre a forma adequada de acondicionar o lixo e responsabilidade de cada um;

Nos serviços de limpeza urbana a maioria dos operários coletores só possui o nível fundamental, devendo os municípios investir e incentivá-los a melhorar o nível de escolaridade, oferecendo curós de capacitação;

Os equipamentos de segurança utilizados pelos operários da limpeza urbana são escassos, devendo as prefeituras tomar providências quanto à manutenção dos equipamentos de proteção individual;



As áreas de depósitos de lixo das cidades em estudo encontram totalmente saturadas e em local não apropriado, devendo as prefeituras adquirir uma área que venha satisfazer as exigências legais, técnicas e ambientais para construção de um aterro;

A quantidade de resíduos destinados ao aterro sanitário consorciado, ao longo de 30 anos é de 1.094.471,1 ton, resultando num volume de 1.042.471,21 ton com o recobrimento diário de terra o volume previsto para o aterro é de 1.700.435,9 m³. Além da área útil para o aterro de resíduos, deve ser previstas área para lixiviados e demais unidades necessárias a operação do aterro, a área necessária para o empreendimento é de 12,6 há;

Entre as 4 (quatro) áreas que poderão receber o aterro consorciado, as AS2 e AS3, foram as que obtiveram maiores notas e portanto melhores condições para receber o aterro;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 13.896/1997: **Aterros de resíduos não perigosos – critérios para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro, RJ, Brasil
2. BRASIL – SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo nos Empreendimentos de Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos e o Impacto do Projeto de Lei nº 5.296/2005, Resolução 476/2005, FGTS**. Ministério das Cidades, 2006. P. 51.
3. BRASIL – IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2007: População urbana e rural**. 2007.
4. GERSRAD, **Grupo de Estudos de Resíduos Sólidos e Recuperação de Áreas Degradadas**. Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Maceió/AL.
5. LIMA, J. D. **Consórcio de Desenvolvimento Intermunicipal: Instrumento de Integração Regional**. Campina Grande 2003. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES (Seção Paraíba).
6. MELO, L. **Seleção e Hierarquização de Áreas para Implantação de Aterro Sanitário, utilizando Ferramenta “SIG” e Lógica “Fuzzi”: Aplicação da Região da Grande Aracajú - SE**. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento – UFAL, Maceió, 2008.
7. Pfeiffer, S. C. **Subsídios para a ponderação de fatores ambientais na localização de aterros de resíduos sólidos, utilizando o Sistema de Informações Geográficas**. São Carlos: EESC-USP, 98 p. Tese de doutorado – Escola de Engenharia de São Carlos, USP, 2001.