

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
FACULDADE DE GEOLOGIA

ADSON CAXIAS PINHEIRO

**AVALIAÇÃO DA ADEQUABILIDADE DO AMBIENTE GEOLÓGICO DO LOCAL
DE DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA REGIÃO DE INTEGRAÇÃO
DO GUAMÁ - CASTANHAL/PARÁ**

BELÉM - PA
2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
FACULDADE DE GEOLOGIA

ADSON CAXIAS PINHEIRO

**AVALIAÇÃO DA ADEQUABILIDADE DO AMBIENTE GEOLÓGICO DO LOCAL
DE DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA REGIÃO DE INTEGRAÇÃO
DO GUAMÁ - CASTANHAL/PARÁ**

Monografia de conclusão de curso
apresentado a Faculdade de Geociências
para obtenção do título de Bacharel em
Geologia pela Universidade Federal do Pará.

Orientador: Prof. Dr. Tony Carlos Dias Costa

BELÉM - PA
2016

C. PINHEIRO, Adson.

Avaliação da Adequabilidade do Ambiente Geológico do Local de Disposição Final de Resíduos Sólidos da Região de Integração Guamá - Castanhal/Pará

63 fls.

Orientador: Prof. Dr. Tony Carlos Dias Costa

Dissertação (graduação) – Universidade Federal do Pará, graduação em Geologia.

1 - Resíduos. 2 - Ambiente. 3 - Urbano. 4 - Castanhal

ADSON CAXIAS PINHEIRO

**AVALIAÇÃO DA ADEQUABILIDADE DO AMBIENTE GEOLÓGICO DO LOCAL
DE DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA REGIÃO DE INTEGRAÇÃO
DO GUAMÁ - CASTANHAL/PARÁ**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Faculdade de Geociências para obtenção do grau de Bacharel em Geologia de Empresas pela Universidade Federal do Pará, sob a orientação do Prof. Dr. Tony Carlos Dias Costa.

Belém, 26 de fevereiro de 2016.

Conceito: _____

Banca Examinadora:

Prof. Tony Carlos Dias Costa - Orientador
Doutor
Universidade Federal do Pará

Prof. Lúcio Araújo Menezes - Membro
Mestre
Instituto Federal do Pará

Prof. Aline Meiguins - Membro
Doutora
Universidade Federal do Pará

Dedico este trabalho a Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades. A minha mãe, Maria de Nazaré Caxias, que sempre me incentivou para a realização dos meus ideais, encorajando-me a enfrentar todos os momentos difíceis da vida. Ao meu orientador, Tony Costa, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivos. Aos meus grandes amigos que me ajudaram direta e indiretamente em mais esta fase de minha vida, sendo representados por: Dandara Assunção e Paulo Silva, os quais não mediram esforços em me ajudar nesta pesquisa. E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela dádiva da vida, e por ter ajudado a manter a fé nos momentos mais difíceis.

A minha família, em especial meu pai que hoje se encontra com Deus mas sempre me incentivou a lutar na vida, sendo ele junto com minha mãe verdadeiros amigos e companheiros, que hoje sorriem orgulhosos ou choram emocionados, que muitas vezes, na tentativa de acertar, cometeram falhas, mas que inúmeras vezes foram vitoriosos, que se doaram inteiros e renunciaram aos seus sonhos, para que, muitas vezes, eu pudesse realizar o meu sonho. A vocês que compartilharam o meu ideal e os alimentaram, incentivando a prosseguir na jornada, mostrando que o nosso caminho deveria ser seguido sem medo, fossem quais fossem os obstáculos. Minha eterna gratidão vai além de meus sentimentos, pois a vocês foi cumprido o dom divino. O dom de ser Pai, o dom de ser Mãe. Ao meu irmão, Anderson Pinheiro, que sempre me ajudou em minha caminhada acadêmica. As minhas outras famílias as quais sempre me apoiaram incondicionalmente, muito obrigado tio Antônio Eugenio Mello e tia Mariselma Assunção, amo demais vocês.

Ao professor, Tony Costa, que dedicou seu tempo e compartilhou sua experiência para que minha formação fosse também um aprendizado de vida, meu carinho e meu agradecimento. O seu olhar crítico e construtivo me ajudou a superar os desafios desta monografia, serei eternamente grato.

A todos meus amigos, que ouviram os meus desabafos; que presenciaram e respeitaram o meu silêncio; que partilharam este longo passar de anos, de páginas, de livros e cadernos; que tantas vezes machucamos; que fez meu mundo um mundo melhor; que me acompanharam, choraram, riram, sentiram, participaram, aconselharam, dividiram; as suas companhias, os seus sorrisos, as suas palavras e mesmo as ausências foram expressões de amor profundo. As alegrias de hoje também são suas, pois seus amores, estímulos e carinhos foram armas para essa minha vitória. Muito obrigado meus eternos (as) companheiros (as), amo demais vocês.

“Mais vale a lágrima da derrota, do que a vergonha de não ter lutado”.

Bob Marley

RESUMO

A falta de gerenciamento dos resíduos sólidos está se tornando uma problemática para os gestores dos municípios brasileiros. Isso vem acontecendo devido à grande expansão das áreas urbanas e, conseqüentemente, em função do aumento do consumo. O acúmulo inadequado de resíduos sólidos vem aumentando constantemente, pois, são jogados milhares de toneladas de “lixo”, diariamente, nos locais conhecidos como “lixões”. Essa é uma realidade vivida não só pelo município de Castanhal como também pela maior parte dos municípios brasileiros. Em virtude disso, este estudo buscou avaliar a adequabilidade do ambiente geológico do local de disposição final de resíduos sólidos e o gerenciamento dos resíduos sólidos na Região de Integração Guamá, focando no município de Castanhal. Especificamente, este trabalho vem a apresentar a forma que o município está gerenciando os resíduos sólidos e confrontando com as exigências legais e instrumentos e normas técnicos. A metodologia escolhida na pesquisa classifica-se como Exploratória, Descritiva, além da metodologia técnica de superposição de cartas para confecção da carta das áreas adequadas para destinação do aterro sanitário, tendo como universo a cidade de Castanhal. Os principais resultados indicam que a coleta dos resíduos não é feita de forma adequada. Os lixões, tanto do Pantanal quanto do 1º de Maio já estão no limite, havendo a necessidade de novas estratégias para sanar tal problema. A adequabilidade dos locais atualmente utilizados para disposição final de resíduos sólidos é discutida. O mapa de adequabilidade para implantação de aterro sanitário do município de Castanhal é apresentado.

Palavras-Chave: Amazônia, Resíduos Sólidos, Lixo Urbano.

ABSTRAT

Lack of solid waste management is becoming a problem for managers of Brazilian municipalities. This is happening due to the large expansion of urban areas and, consequently, due to the increase in consumption. Improper accumulation of solid waste has been increasing constantly, therefore, they are thrown thousands of tons of "waste" daily landfill known as "dumps". This is a reality experienced not only by the Castanhal city as well as by most municipalities. As a result, this study aimed to evaluate the suitability of the geological environment of the final disposal site for solid waste and the management of solid waste in Region of Guama integration, focusing on the city of Castanhal. Specifically, this work is to present the way the city is managing solid waste and confronting with the legal instruments and requirements and technical standards. The methodology chosen in the research is classified as exploratory, descriptive, beyond the technical methodology of letters overlay to construct the letter of the areas suitable for disposal landfill, with the universe the city of Castanhal. The main results indicate that the collection of waste is not made appropriately. Landfills, much of the Pantanal as of May 1 are already on the edge, with the need for new strategies to remedy the problem. The suitability of the sites currently used for disposal of solid waste is discussed. The suitability map for landfill deployment of Castanhal Municipality is presented.

Keywords: Amazon, Solid Residues, Urban Trash

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Área de Deposição dos Resíduos Novos no Lixão de Castanhal | 39 |
| Figura 2 - Resíduos Antigos Cobertos pela Vegetação..... | 39 |
| Figura 3 - Catadores do Lixão de Castanhal..... | 40 |
| Figura 4 - Caminhão Basculante - Frota de Limpeza Municipal..... | 40 |
| Figura 5 - Funcionário da Prefeitura em Serviço | 41 |
| Figura 6– Coluna estratigráfica proposta para o Município de Castanhal | 46 |
| Figura 7 - Localização Geográfica do Município de Castanhal | 50 |
| Figura 8 - Mapa das Áreas de Preservação Permanente de Castanhal | 54 |
| Figura 9 - Mapa das Unidades Geológicas | 55 |
| Figura 10 - Mapa de Áreas Urbanas e Expansão Urbana de Castanhal..... | 56 |
| Figura 11 - Mapa das Áreas Prioritárias para Instalação de Aterro Sanitário - Castanhal..... | 57 |

LISTA DE TABELA

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Princípios de Sustentabilidade Aplicados à Gestão dos Resíduos Sólidos | 20 |
| Tabela 2 - Exemplos Básicos de Cada Categoria de Resíduos Sólidos Urbanos..... | 26 |
| Tabela 3 - Descrição da Frota de Coleta Pública Municipal Quanto ao Tipo, Quantidade, Tipo de Tração e Serviço..... | 38 |
| Tabela 4 - Quantidade Estimada de Resíduos Sólidos, gerados pela População Urbana e Rural, pela Região de Integração do Guamá – Polo Castanhal | 41 |

SUMÁRIO

| | | |
|------------|--|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 13 |
| 1.1 | Contexto | 13 |
| 1.2 | Justificativa | 16 |
| 1.3 | Problematização | 17 |
| 1.4 | Objetivos | 17 |
| 1.4.1 | Objetivo Geral..... | 17 |
| 1.4.2 | Objetivos Específicos | 18 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO | 19 |
| 2.1 | Resíduos Sólidos Urbanos | 19 |
| 2.1.1 | Aspectos Legais e Normativos | 21 |
| 2.1.2 | Classificação dos Resíduos Sólidos | 23 |
| 2.1.3 | Caracterização dos Resíduos Sólidos | 24 |
| 2.2 | Gestão dos Resíduos Sólidos | 27 |
| 2.2.1 | Plano de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos – Panorama Legal | 29 |
| 2.3 | Consórcio Público Intermunicipal | 32 |
| 3 | MÉTODO | 34 |
| 3.1 | Classificação da Pesquisa | 34 |
| 3.2 | Universo da Pesquisa | 34 |
| 3.3 | Metodologia de Cruzamento de Cartas ou Mapeamento Geotécnico | 35 |
| 3.4 | Instrumento de Coleta de Dados | 36 |
| 4 | O ESTUDO | 37 |
| 4.1 | Características do Sistema Atual de Limpeza Pública e Disposição Final dos Resíduos Sólidos | 37 |
| 4.2 | Caracterização dos Resíduos Municipais | 41 |
| 4.3 | Meio Físico da Região | 42 |
| 4.3.1 | Aspectos Climatológicos..... | 42 |
| 4.3.2 | Solo | 42 |
| 4.3.3 | Geologia | 43 |
| 4.3.4 | Geomorfologia | 46 |
| 4.3.5 | Recursos Hídricos | 47 |
| 4.4 | Perspectiva de um Aterro Sanitário para o Município de Castanhal | 48 |
| 4.4.1 | Localização de Aterros Sanitários | 51 |
| 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 58 |
| | REFERÊNCIAS | 60 |

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contexto

Atualmente, um dos problemas mais graves enfrentados pela humanidade é o lixo urbano. Esse problema está intimamente relacionado com o constante crescimento populacional, o que demanda maior produção de alimentos e industrialização de matérias primas, transformando-as em produtos industrializados, contribuindo, assim, para o aumento da geração de resíduos sólidos, ocasionando consequências desastrosas para o meio ambiente e para a qualidade de vida da coletividade, segundo (FONSECA, 2001).

A população em geral considera o lixo (resíduos) como sendo tudo aquilo que se descarta e que não tem mais nenhuma utilidade. Entretanto, se olharmos com mais detalhes, notaremos que o lixo não é uma massa discriminada de materiais, mas sim, algo que pode ser transformado em nova matéria-prima, retornando para o ciclo produtivo.

Lixo é um conjunto heterogêneo de elementos, os quais são desprezados durante um dado processo e, pela forma como é tratado, assume um caráter depreciativo, sendo associado à sujeira, repugnância, pobreza, falta de educação e outras conotações negativas, (RIBEIRO; LIMA, 2000).

Com isso, de acordo com a norma brasileira NBR 10004, de 2004 – Resíduos sólidos – classificação, resíduos sólidos são:

“aqueles resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade 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 técnicas e economicamente inviáveis em face a melhor tecnologia disponível (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, 2004)”.

Essa definição torna evidente a diversidade e complexidade dos resíduos sólidos. Os resíduos sólidos de origem urbana (RSU) abrangem aqueles produzidos pelas inúmeras atividades desenvolvidas em áreas com grandes aglomerações humanas urbanas, abrangendo resíduos de várias origens, como residencial, comercial, de estabelecimentos de saúde, industriais, da limpeza pública (varrição, capina, poda e outros), da construção civil e, finalmente, os agrícolas. Dentre os vários resíduos sólidos gerados, são normalmente encaminhados para a disposição em aterros sob responsabilidade do poder municipal, os resíduos de origem

domiciliar ou aqueles com características similares, como os comerciais, e os resíduos da limpeza pública.

Vários instrumentos legais tentam amparar os problemas causados pelos resíduos sólidos. Além da Constituição Federal, o Brasil já dispõe de uma legislação ampla (leis, decretos, portarias, etc.) que, por si só, ainda se apresentou efetivo para equacionar o problema desses resíduos. No entanto, a falta de diretrizes claras, de sincronismo entre as fases que compõem o sistema de gerenciamento e de integração dos diversos órgãos envolvidos com a elaboração e aplicação das leis possibilitam a existência de algumas lacunas e ambiguidades, dificultando o seu cumprimento.

A Constituição Federal, promulgada em 1988, apresenta em seu artigo 23, inciso VI, que “compete à União, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer das suas formas”. No artigo 24, estabelece a competência da União, dos Estados e do Distrito Federal em legislar concorrentemente sobre “(...) proteção do meio ambiente e controle da poluição” (inciso VI) e, no artigo 30, incisos I e II, estabelece ainda que cabe ao poder público municipal “legislar sobre os assuntos de interesse local e suplementar a legislação federal e a estadual no que couber”.

Assim, os RSU dispostos de forma inadequada, sem qualquer tipo de tratamento, são capazes de poluir o solo, a água e o ar, alterando suas características, constituindo-se também, num problema de ordem estética e, mais ainda, numa séria ameaça à saúde pública (LIMA, 2004).

Na região amazônica, onde está localizada a maior bacia hidrográfica do mundo, a consciência da maioria da população em relação à preservação dos recursos hídricos praticamente inexistente, uma vez que, a presença de rios de grande porte, assim como uma densa rede de igarapés (drenagens de primeira ordem) somados aos excelentes aquíferos subterrâneos mascaram a questão da disponibilidade hídrica e da qualidade de suas águas. Porém, a falta de saneamento básico, o vazamento de tanques de abastecimento subterrâneo de combustíveis, a existência de lixões, a atividade industrial, a impermeabilização da superfície do terreno dentre inúmeras outras atividades antrópicas comprometem enormemente os fatores quantidade/qualidade das águas subterrâneas, assim como nas demais regiões do planeta.

Considerada um dos setores do saneamento básico, a gestão dos resíduos sólidos, historicamente, não tem recebido a atenção necessária por parte do poder público em nosso país. Com isso, compromete-se cada vez mais a já combalida saúde da população, bem como se degradam os recursos naturais, especialmente o solo e os recursos hídricos.

A problemática ambiental nos meios urbanos atinge atualmente 82% da população brasileira. Embora este tema seja bastante amplo e de grande complexidade, a temática dos resíduos sólidos assume proporções consideráveis em virtude da sua seriedade diante dos resultados indesejáveis que são verificados com relação à saúde, ao bem-estar da população e à qualidade ambiental.

Neste contexto insere-se de maneira bastante considerável a Amazônia, que obteve, na última década, o maior índice de crescimento urbano do país, apresentando hoje aproximadamente 61% de sua população instalada em núcleos urbanos, convivendo com vários problemas ambientais (SEIR, 2014).

O Estado do Pará é o segundo maior Estado federativo do Brasil, chegando a ocupar aproximadamente 15% do território nacional, encontra-se situado internamente na macrorregião Norte, englobando uma região geográfica heterogênea de 1.247.690 km² (SEIR, 2014).

A sua população é de 8.175.113 habitantes (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2014), sendo 5.559.077 urbano (68%) e 2.616.036 rural (32%), distribuídas em 12 regiões de integração com um total de 144 municípios. A subdivisão do Estado do Pará em doze Regiões de Integração foi realizada a partir do Decreto Estadual Nº 1.066, de 19 de Junho de 2008, com o objetivo de formulação e implementação de políticas públicas multi-setoriais.

Com isso, este trabalho focará a Região de Integração VI, destacando-se o município de Castanhal, com 263,52 toneladas por dia de geração de resíduos, no entanto, cerca de 14,62% destes resíduos sólidos não são recolhidos ou não recebem o mínimo tratamento. Com isso, apresenta-se com relevante importância uma melhor avaliação da adequabilidade do ambiente para a disposição dos resíduos sólidos dessa região (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS/ COMISSÃO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM - IPT/CEMPRE, 1995).

A correta disposição de resíduos sólidos no ambiente reduz de forma substancial os impactos ambientais desses materiais sobre o meio ambiente. Sendo

sua correta localização um passo importante na manutenção do equilíbrio ecológico e um importante aliado no atendimento a legislação.

1.2 Justificativa

A coleta e a adequada destinação de resíduos sólidos nas cidades brasileiras estão entre os principais empecilhos enfrentados pelo poder público municipal. A amplitude da questão reflete diretamente na saúde pública e compromete o ambiente, podendo ser estimada, já que podemos considerar que apenas 63% dos domicílios brasileiros contam com coleta regular de lixo. Nos centros urbanos, esse serviço atinge 80% do total de moradias. Além disso, do lixo que chega a ser coletado no país, 76% é disposto a céu aberto, o restante acaba sendo destinado a aterros (controlados ou sanitários), usinas de compostagem e, uma parcela ínfima, a centrais de triagem/beneficiamento para reciclagem (IPT/CEMPRE,1995).

As situações são peculiares para cada município. Porém, pode-se garantir que de acordo com as formas de gestão vigentes as soluções adotadas não são sustentáveis.

De maneira diferente, os problemas dos resíduos sólidos vêm incorporando hoje às diversas cidades brasileiras e, desta forma, afligindo mais fortemente algumas prefeituras do que outras. Isto, porém, não significa que os problemas sejam menores ou mais fáceis nas comunidades menores.

Nos últimos vinte anos, o Brasil urbanizou-se e o seu lixo tornou-se mais complexo e em maior quantidade. O crescimento acelerado das cidades e, ao mesmo tempo, as mudanças nos padrões de consumo dos cidadãos são fatores comuns a esses municípios, o que vem gerando resíduos muito diferente daquele que as cidades produziam há trinta anos (IPT/CEMPRE,1995).

Os resíduos sólidos, na atual situação, são diferentes em quantidade e qualidade, em volume e composição.

O município de Castanhal também se enquadra na problemática situação da maioria dos municípios do Brasil. Atualmente apresenta como destino final de seus resíduos, dois vazadouros localizados na área urbana do município, um na 1º de Maio, onde se observa a predominância da disposição de entulhos e restos de podas e capina, no entanto, este foi recentemente desativado, e o outro no bairro periférico denominado de Pantanal, onde o município vem depositando os resíduos a cerca de 17 anos.

Uma alternativa para melhor tratamento desses resíduos sólidos, seria a participação popular, através de programas de educação ambiental, proporcionando o exercício da cidadania, possibilitaria sensivelmente a qualidade de vida no município, mas seria notado a longo prazo. No entanto, o problema se arrasta e, para isso, se faz necessário uma melhor avaliação da atual situação dos resíduos sólidos desse município e adequar a situação às condições legais vigentes.

Muitos dos lixões implantados no Brasil foram dispostos em áreas de mangue a exemplo de Gramacho no Rio de Janeiro, ou em área de várzea como o lixão do Áura que atende a Região Metropolitana de Belém, o que configura um cenário com necessidade de divulgar e disseminar as técnicas de localização de aterros sanitários em total respeito a legislação ambiental e as melhores técnicas de avaliação de impactos.

1.3 Problematização

Com o crescimento da população no meio urbano, a temática dos resíduos sólidos adquire importância cada vez maior, devido ao impacto que os mesmos geram sobre o meio ambiente e a sociedade, e assim, passa a despertar a atenção para a necessidade de tomadas de decisões, providências, bem como, a adoção de atitudes no que diz respeito ao seu correto e coerente trato.

Com a necessidade de um maior cuidado profissional, o gerenciamento dos resíduos sólidos produzidos nas cidades passa a ser considerado de vital importância. Contudo, mesmo diante da sua dimensão e complexidade, admite-se que é uma excelente estratégia como forma de combater e evitar a ocorrência de problemas ambientais, sanitários e sociais.

Sendo assim, para o município de Castanhal, foco desta pesquisa, surge a seguinte questão: o atual modelo de gestão de resíduos sólidos atende os pressupostos da legislação vigente? O local de disposição final de resíduos de Castanhal, considerou as equipotencialidades e limitações quanto as condições geológicas?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo Geral

Avaliar o atual local de disposição final de resíduos sólidos do município de Castanhal/Pará, considerando as suas condições geológicas.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Promover o aprofundamento teórico, através do levantamento bibliográfico relacionado ao tema do projeto;
- Levantar informações específicas (histórico, localização, número de habitantes, nível social-econômico; etc.) que compõem o município de Castanhal, onde a pesquisa será desenvolvida, possibilitando assim, realizar a descrição da área de estudo;
- Levantar informações sobre a forma como é realizada a Disposição Final e o Gerenciamento (coleta até o destino final) dos resíduos sólidos no município de Castanhal/Pará, fazendo uma analogia com a legislação vigente e condições geológicas locais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Resíduos Sólidos Urbanos

Entende-se por resíduos sólidos tudo aquilo em fase sólida ou semi-sólida que será descartado em locais devidamente corretos e coletados posteriormente para ser depositado em seu destino final.

Segundo Zanetti (2003, p.20):

O conceito de resíduo é diferente de lixo, o “lixo” é um termo que dá sentido a algo que precisa ser jogado bem longe e de preferência o mais rápido possível. Já o resíduo, essa relação muda, porque as pessoas associam o termo de resíduos às questões de reutilização e reciclagem de diversos tipos de materiais que foram descartados.

Então, para uma melhor compreensão do significado das palavras “lixo” e “resíduos sólidos”, faz-se necessária a abordagem de alguns conceitos muito importantes.

De acordo com dicionário Luft (2003, p. 427), lixo significa “aquilo que se varre para deixar limpa uma casa, jardim, restos ou coisas inaproveitáveis, tudo que não presta e se joga fora”.

Por outro lado, no dicionário Luft (2003, p. 574), resíduo significa “o que resta de qualquer substância, borra, sedimento, podendo ser reutilizado, reaproveitado”.

Atualmente, o termo da palavra “lixo” está mudando para “resíduos sólidos”. De acordo com a Norma Técnica NBR – 10.004, da ABNT, 2004, resíduos sólidos são definidos como “aqueles no estado sólido e semi-sólido, que resultam de atividades da comunidade, de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, de serviços, de varrição e agrícola”.

Milanez e Teixeira (2001) propuseram um grupo de princípios de sustentabilidade específico para a gestão dos resíduos sólidos urbanos, entre eles destaca-se, conforme a Tabela abaixo:

Tabela 1 - Princípios de Sustentabilidade Aplicados à Gestão dos Resíduos Sólidos

| VARIÁVEIS DE ANÁLISE | DESCRIÇÃO |
|---|---|
| Universalização dos serviços | Todas as pessoas devem ser atendidas pelo sistema público de gestão de resíduos sólidos urbanos |
| Integração dos aspectos econômicos, ambientais e sociais na gestão dos resíduos sólidos urbanos | Aplicação das dimensões econômicas, ambientais e sociais no momento do planejamento, tomada de decisão, intervenção e controle do sistema de gestão |
| Cooperação e consórcio | Soluções pautadas na gestão compartilhada, assim as administrações públicas municipais devem procurar agir em parceria com outros municípios e principalmente com as demais organizações da sociedade civil e a população em geral. |
| Adequação das tecnologias à realidade local | Soluções tecnológicas, tanto em relação a equipamentos quanto a processos e sistemas devem ser adequadas à realidade local considerando aspectos sociais, educacionais, financeiros, entre outros. |
| Gestão Participativa | Pautada na transparência do processo de gestão, o qual deve ser aberto à população e aos demais agentes sociais de forma participativa |
| Democratização da Informação | Esclarecimento e orientação acerca das questões dos Resíduos sólidos urbanos, incluindo as dimensões ambientais, de saúde humana, consumo e desperdício |
| Garantia de condições adequadas de trabalho | Trata-se da atenção especial a ser dada pelos dirigentes dos programas de gerenciamento de resíduos sólidos quanto às condições de trabalho oferecidas aos trabalhadores, em geral, catadores, tais como: segurança, ergonomia e valorização do trabalho. |
| Geração de Trabalho e Renda | As atividades de recuperação de materiais dos RSU devem ser apoiadas pelo poder público dando prioridades as iniciativas de cooperativismo ou associativismo e, por conseguinte, promover a geração de trabalho e renda aos catadores envolvidos |
| Preservação dos recursos naturais | Deve-se buscar a redução da geração dos resíduos na fonte. O Poder público através de programas deve priorizar a recuperação dos materiais ou energia presente nos resíduos sólidos urbanos antes de sua disposição final |
| Previsão dos impactos socioambientais | Em cada etapa do sistema de gestão de resíduos sólidos urbanos, desde a coleta até sua disposição final, deverão ser avaliados os impactos sociais e ambientais gerados na população e meio ambiente local. |
| Recuperação de áreas degradadas pela gestão incorreta dos resíduos sólidos urbanos | Deve-se investir na correção das ações negativas geradas no sistema de gestão a dos resíduos sólidos urbanos. |
| Poluidor-pagador | Trata-se da co-responsabilidade pela gestão dos resíduos sólidos urbanos sendo assumidos pelos seus geradores, inclusive a população, de forma a adquirir a efetiva consciência ambiental na busca da sustentabilidade urbana |

Fonte: Milanez; Teixeira (2001 apud BRINGHENTI, 2004).

Para Zanetti (2003, p. 20):

As questões mais relevantes são aquelas que a produção de resíduos sólidos é, na verdade, o resultado de novos padrões de consumo da sociedade moderna que geram não apenas o rejeito material, mas também o social, como o caso de pessoas que sobrevivem das sobras encontradas nos "lixões", uma vez que toneladas de resíduos são acumuladas diariamente, muitas vezes, de forma inapropriada. Esses resíduos são considerados restos daqueles que consomem e descartam o que é inutilizável.

Segundo pesquisa realizada pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ALBREP, em 2009, foi divulgada no "Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil" que o país gera, aproximadamente, 182

mil toneladas/dia de resíduos sólidos urbanos. Já outra pesquisa realizada pela mesma empresa esse número passou para 215 mil toneladas/dia de resíduos sólidos urbanos.

2.1.1 Aspectos Legais e Normativos

Além da Constituição Federal, o Brasil já apresenta uma legislação ampla (leis, decretos, portarias, etc.) que, por si só, não tem conseguido solucionar os problemas dos resíduos sólidos. A falta de textos e diretrizes claras, de sincronismo entre as fases que compõem o sistema de gerenciamento e de integração dos diversos órgãos envolvidos com a elaboração e aplicação das leis possibilitam a existência de algumas lacunas e divergências, dificultando o seu cumprimento.

Nas diferentes esferas governamentais, ainda são atos recentes ou se quer existem leis específicas de Políticas de Gestão de Resíduos Sólidos que estabeleçam objetivos, diretrizes e instrumentos em concordância com as características sociais, econômicas e culturais de Estados e municípios.

A Constituição Federal de 1988 estabelece em seu artigo 23, inciso VI, que “compete à União, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer das suas formas”. No artigo 24, estabelece a competência da União, dos Estados e do Distrito Federal em legislar concorrentemente sobre “(...) proteção do meio ambiente e controle da poluição” (inciso VI) e, no artigo 30, incisos I e II, estabelece que cabe ainda ao poder público municipal “legislar sobre os assuntos de interesse local e suplementar a legislação federal e a estadual no que couber”.

A Lei Federal no 6.938, de 31/8/81, que dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, institui a sistemática de Avaliação de Impacto Ambiental para atividades modificadoras ou potencialmente modificadoras da qualidade ambiental, com a criação da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA). A AIA é formada por um conjunto de procedimentos que visam assegurar que se realize exame sistemático dos potenciais impactos ambientais de uma atividade e de suas alternativas. Também no âmbito da Lei no 6.938/81 ficam instituídas as licenças a serem obtidas ao longo da existência das atividades modificadoras ou potencialmente modificadoras da qualidade ambiental.

A Lei de Crimes Ambientais (Brasil, N° 9605 de fevereiro de 1998) apresenta as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao

meio ambiente e dá outras providências. Em seu artigo 54, parágrafo 2º, inciso V, penaliza o lançamento de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou regulamentos. No parágrafo 3º do mesmo artigo, a lei penaliza quem deixar de adotar, quando assim o exigir a autoridade competente, medidas de precaução em caso de risco de dano ambiental grave ou irreparável.

Outras legislações federais de interesse são:

- Resolução CONAMA N° 005, de 31 de março de 1993 – Dispõe sobre o tratamento de resíduos gerados em estabelecimentos de saúde, portos e aeroportos e terminais ferroviários e rodoviários.
- Lei ordinária N° 787, de 1997 – Dispõe sobre o Programa de Prevenção de Contaminação por Resíduos Tóxicos, a ser promovido por empresas fabricantes de lâmpadas fluorescentes, de vapor de mercúrio, vapor de sódio e luz mista e dá outras providências.
- Resolução CONAMA N° 237, de 19 de dezembro de 1997 – Estabelece norma geral sobre licenciamento ambiental, competências, listas de atividades sujeitas a licenciamento, etc.

Da normalização técnica da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) são citadas somente algumas mais específicas ao tema tratado:

- NBR 7039, de 1987 – Pilhas e acumuladores elétricos – Terminologia;
- NBR 7500, de 1994 – Símbolos de riscos e manuseio para o transporte e armazenamento de materiais;
- NBR 7501, de 1989 – Transporte de produtos perigosos – Terminologia;
- NBR 9190, de 1993 – Sacos plásticos – Classificação;
- NBR 9191, de 1993 – Sacos plásticos – Especificação;
- NBR 9800, de 1987 – Critérios para lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgoto sanitário – Procedimento;
- NBR 10004, de 1987 – Resíduos sólidos – Classificação.
- NBR 10005 – Lixiviação de resíduos;
- NBR 10006 – Solubilização de resíduos;
- NBR 10007 – Amostragem de resíduos;
- NBR 11174, de 1990 – Armazenamento de resíduos classe II, não-inertes, e III, inertes – Procedimentos;

- NBR 12245, de 1992 – Armazenamento de resíduos sólidos perigosos – Procedimentos;
- NBR 12807, de 1993 – Resíduos de serviço de saúde – Terminologia;
- NBR 12808, de 1993 – Resíduos de serviço de saúde – Classificação;
- NBR 12809, de 1993 – Manuseio de resíduos de serviço de saúde – Procedimento;
- NBR 13055, de 1993 – Sacos plásticos para acondicionamento de lixo – Determinação da capacidade volumétrica;
- NBR 13221, de 1994 – Transporte de resíduos – Procedimento;
- NBR 13463, de 1995 – Coleta de resíduos sólidos – Classificação;
- NBR 8419, de 1992 – Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos;
- NBR 13896, de 1997 – Aterros de resíduos não perigosos – Critérios para projeto, implantação e operação.

Deve-se observar que, até o momento, não há legislação específica sobre o procedimento de licenciamento ambiental ou da ABNT para aterros de disposição de resíduos em município de pequeno porte. Esta ausência de regulamentação faz com que algumas entidades ambientais questionem a adoção de tecnologias como a do **aterro sustentável**, que, apoiado em modelos científicos, apresente a simplificação de alguma etapa clássica de dimensionamento ou de operação sem implicar a redução da eficácia da solução.

2.1.2 Classificação dos Resíduos Sólidos

Há vários tipos de classificação dos resíduos sólidos que se baseiam em determinadas características ou propriedades identificadas. A classificação é relevante para a escolha da estratégia de gerenciamento mais viável. A norma NBR 10004, de 1987, trata da classificação de resíduos sólidos quanto a sua periculosidade, ou seja, característica apresentada pelo resíduo em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, que podem representar potencial de risco à saúde pública e ao meio ambiente. De acordo com sua periculosidade os resíduos sólidos podem ser enquadrados como:

a) Classe I – Resíduos Perigosos

São aqueles que apresentam periculosidade, conforme definido anteriormente, ou uma das características seguintes: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade.

b) Classe II – Não-Inerte

São aqueles que não se enquadram na classe I ou III. Os resíduos classe II podem ter as seguintes propriedades: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água.

c) Classe III - Inertes

São aqueles que, por suas características intrínsecas, não oferecem riscos à saúde e ao meio ambiente. Além disso, quando amostrados de forma representativa, segundo a norma NBR 10007, e submetidos a um contato estático ou dinâmico com água destilada ou deionizada, a temperatura ambiente, conforme teste de solubilização segundo a norma NBR 10006, não têm nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, conforme listagem nº 8, constante do Anexo H da NBR 10004, excetuando-se os padrões de aspecto, cor, turbidez e sabor.

2.1.3 Caracterização dos Resíduos Sólidos

As características quali-quantitativas dos resíduos sólidos podem modificar em função de vários aspectos, como os sociais, econômicos, culturais, geográficos e climáticos, ou seja, os mesmos fatores que também diferenciam as comunidades entre si. Em relação aos aspectos biológicos, os resíduos orgânicos podem ser metabolizados por vários microrganismos decompositores, como fungos e bactérias, aeróbios e/ou anaeróbios, cujo desenvolvimento dependerá das condições ambientais existentes. Além disso, com esses microrganismos, os resíduos sólidos podem apresentar microrganismos patogênicos, como os resíduos contaminados por dejetos humanos ou de animais domésticos, ou certos tipos de resíduos de serviços de saúde.

De acordo com Castilhos Junior (2003, P. 07), o conhecimento das características químicas possibilita a seleção de processos de tratamento e técnicas de disposição final. Algumas das características básicas de interesse são: poder

calorífico, pH, composição química (nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre e carbono) e relação teor de carbono/nitrogênio, sólidos totais fixos, sólidos voláteis e teor de umidade. Com isso, no que se refere ao planejamento e dimensionamento de todas as etapas para se gerir corretamente os resíduos sólidos, também é útil conhecer a densidade aparente dos resíduos, isto é, a relação entre massa e volume, como também sua compressividade, proporção de redução em volume dos resíduos sólidos.

A determinação da composição gravimétrica dos resíduos é outro dado essencial, como descreve Castilhos Junior (2003, P. 07). No caso dos resíduos de origem domiciliar e comercial, normalmente arranjados em aterros, os componentes comumente discriminados na composição gravimétrica são: matéria orgânica putrescível, metais ferrosos, metais não ferrosos, papel, papelão, plásticos, trapos, vidro, borracha, couro, madeira, entre outros. Na literatura são apresentados diferentes métodos para realizar a composição gravimétrica dos resíduos sólidos, a maior parte com base no quarteamento da amostra, conforme a NBR 10007/ABNT (1987).

O método mais utilizado hoje é o descrito por Pessin *et al.* (2002). Nesse método escolhe-se a procedência do veículo ou veículos coletores de acordo com critérios de representatividade. Os resíduos coletados são descarregados no solo. Procede-se então ao rompimento do maior número sacos de resíduos, sendo coletadas quantidades em cinco pontos, uma no topo e quatro nas laterais do monte de resíduos, de modo a preencher quatro tonéis de 200 litros cada. Os tonéis preenchidos são despejados sobre uma lona plástica, iniciando-se a mistura e o quarteamento da amostra, ou seja, a divisão em quatro partes do total de 800 litros de resíduos dispostos. Duas das partes obtidas pelo quarteamento, e localizadas em posição diametralmente opostas são descartadas. Repete-se a mistura e o quarteamento das partes restantes, obtendo-se uma amostra final de 200 litros ou de 100 kg.

Nessa amostra realizam-se a separação e a pesagem dos materiais por componentes presentes na mesma. Os componentes são diferenciados nas seguintes categorias: matéria orgânica putrescível; plástico; papel/papelão; vidro; metal ferroso; metal não ferroso; pano, trapo, couro e borracha; madeira; contaminante biológico e contaminante químico; pedra, terra e cerâmica; e diversos. Deve-se sempre explicitar o teor de umidade presente, uma vez que o peso dos

resíduos orgânicos é determinado em condição úmida. Na Tabela 2, apresentam-se exemplos de materiais que podem compor cada categoria, observando-se a grande diversidade de materiais.

Tabela 2 - Exemplos Básicos de Cada Categoria de Resíduos Sólidos Urbanos

| CATEGORIAS | EXEMPLOS |
|---------------------------------|--|
| Matéria Orgânica Putrescível | Restos alimentares, flores, podas de árvores. |
| Plástico | Sacos, sacolas, embalagens de refrigerantes, água e leite, recipientes de produtos de limpeza, esponjas, isopor, utensílios de cozinhas, látex, sacos de ráfia. |
| Papel e Papelão | Caixas, revistas, jornais. Cartões, papel, pratos, cadernos, livros, pastas |
| Vidro | Copos, garrafas de bebidas, pratos, espelho, embalagens de produtos de limpeza, embalagens de produtos de beleza, embalagens de produtos alimentícios |
| Metal Ferroso | Palha de aço, alfinetes, agulhas, embalagens de produtos alimentícios |
| Metal Não-Ferroso | Latas de bebidas, restos de cobre, restos de chumbo, fiação elétrica |
| Madeira | Caixas, tábuas, palitos de fósforos, palitos de picolé, tampas, móveis, lenha |
| Panos, Trapos, Couro e Borracha | Roupas, panos de limpeza, pedaços de tecido, bolsas, mochilas, sapatos, tapetes, luvas, cinto, balões |
| Contaminante Químico | Pilhas, medicamentos, lâmpadas, inseticidas, raticidas, colas em geral, cosméticos, vidro de esmaltes, embalagens de produtos químicos, latas de óleo de motor, latas com tinta, embalagens pressurizadas, canetas com carga, papel-carbono, filme fotográfico |
| Contaminante Biológico | Papel higiênico, cotonetes, algodão, curativos, gazes e panos com sangue, fraldas descartáveis, absorventes higiênicos, seringas, lâminas de barbear, cabelos, pêlos, embalagens de anestésicos, luvas |
| Pedra, Terra e Cerâmica | Vasos de flores, pratos, restos de construção, terra, tijolos, cascalho, pedras decorativas |
| Diversos | Velas de cera, restos de sabão e sabonete, carvão, giz, pontas de cigarro, rolhas, cartões de crédito, lápis de cera, embalagens longa-vida, embalagens metalizadas, sacos de aspirador de pó, lixas e outros materiais de difícil identificação |

Fonte: Adaptado de Pessin, *et al.* (2002)

Além dos aspectos qualitativos é importante determinar a quantidade de resíduos produzidos por dia (ton/dia; m³/dia) e a produção *per capita* (ton/hab.dia), dados a serem empregados nas fases de planejamento e dimensionamento para a gestão de resíduos sólidos. A quantidade exata de resíduos gerados é difícil ser determinado pelo fato de esta sofrer interferências do armazenamento, da reutilização ou reciclagem e do descarte em locais clandestinos, que acabam por desviar parte do fluxo de materiais antes do descarte dos resíduos por seu gerador em local de domínio público, ou seja, aquele onde a responsabilidade pelos resíduos passa a ser do poder público. Em razão dessas interferências, na prática, determina-se a quantidade de resíduos sólidos coletados. (PESSIN, ET AL. 2002)

As quantidades de resíduos sólidos coletados podem ser obtidas com base em dados já existentes fornecidos pelo setor responsável da Prefeitura Municipal ou empregando-se métodos estimativos baseados na expectativa de crescimento

populacional, na produção *per capita* de resíduos sólidos e no crescimento da demanda dos serviços de limpeza urbana. Outra forma de obter essa informação é por meio de levantamentos de campo. Estes podem adotar diferentes procedimentos, como, a seleção de domicílios por classes sócio-econômicas e a subsequente pesagem das quantidades coletadas ou a seleção de áreas de coleta representativas, obtendo-se a carga transportada por cada veículo coletor em cada viagem realizada ou ainda medindo-se por cubagem os resíduos coletados a cada viagem. Em qualquer uma dessas alternativas deve-se estabelecer o período de amostragem e a época do ano em que será efetuada e realizar o tratamento estatístico cabível dos dados obtidos.

2.2 Gestão dos Resíduos Sólidos

Conforme o passar dos tempos, à gestão dos resíduos está cada vez mais ganhando importância, com o objetivo de propor mudanças de comportamentos relativos ao consumo, produção e desperdício, melhorando a qualidade de vida, reduzindo a quantidade de resíduos e os gastos com a coleta, tratamento e disposição final.

Segundo Mandarino (2002, p.213):

A industrialização, o consumo e o lixo são questões diretamente ligadas. Toda produção, seja ela industrial ou domiciliar, estimula o consumo que acarreta em algum momento o descarte e a transformação da matéria em lixo.

Nessas condições é preciso considerar que a industrialização é o principal fator que gera o aumento e a piora da qualidade dos resíduos, pois apresenta uma infinidade de produtos que levam dezenas, centenas ou milhares de anos para se decompor.

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT, na sua norma NBR 10.004 de 2004, diz que “lixo são resíduos nos estados sólidos e semi-sólidos que resultam de origens: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviço e de variação”.

Com isso, uma das principais opções para tentar diminuir esses problemas são a **coleta seletiva** e a **reciclagem**, um serviço especializado em coletar devidamente os resíduos separados, facilitando assim a reciclagem que constitui um processo de valorização dos resíduos.

Então, entende-se que a gestão de resíduos sólidos vem a ser uma alternativa viável para a busca da sustentabilidade para a sociedade, além de proporcionar uma melhor qualidade de vida para toda população.

O conceito de gestão de resíduos sólidos envolve atividades referentes à tomada de decisões estratégicas e à organização do setor para esse fim, abrangendo instituições, políticas, instrumentos e meios.

Já o termo gerenciamento de resíduos sólidos refere-se aos aspectos tecnológicos e operacionais da questão, envolvendo fatores administrativos, gerenciais, econômicos, ambientais e de desempenho: produtividade e qualidade, por exemplo, e relaciona-se à prevenção, redução, segregação, reutilização, acondicionamento, coleta, transporte, tratamento, recuperação de energia e destinação final de resíduos sólidos.

A maioria dos municípios brasileiros dispõe seus resíduos sólidos domiciliares sem nenhum controle, uma prática que acarreta graves consequências, como: contaminação do ar, do solo, das águas superficiais e subterrâneas, criação de focos de organismos patogênicos, vetores de transmissão de doenças, com sérios impactos na saúde pública. O quadro vem se agravando com a presença de resíduos industriais e de serviços de saúde em muitos depósitos de resíduos domiciliares.

Para Creddo (apud ELEUSIS, 2009):

Conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma da Lei.

Em poucas situações, este circuito inclui procedimentos diferenciados: coleta seletiva, processos de compostagem, tratamento térmico, etc, e, mesmo assim, frequentemente esses processos são mal planejados, o que dificulta a operação e torna-os inviáveis em curtíssimo prazo.

Segundo a determinação da nova *Política Nacional de Resíduos Sólidos* (PNRS, 2012), até agosto de 2012, todas as prefeituras do país deveriam ter apresentado um plano de gestão de resíduos sólidos e ter colocado em operação até 2014. Entre seus principais pontos, a Lei nº 12.305/2010 impõe a adoção da coleta seletiva, construção de aterros sanitários, eliminação de lixões, cooperativas de catadores e logística reversa e o prazo para a implantação da nova política,

aumentando assim a responsabilidade dos Municípios com uma gestão eficaz de seus resíduos.

A busca de soluções e de novas tecnologias para atender essas exigências da nova Lei de Resíduos Sólidos auxiliou na elaboração de um Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Estado do Pará (PEGIRS), no ano de 2014, com a proposta de diagnosticar, propor um modelo de regionalização e também uma forma de capacitação em consórcios públicos, como também gerar um prognóstico e proposições, para assim, gerar um banco de dados único que irá embasar futuras decisões.

O PEGIRS propõe em seu primeiro volume, a retratação da realidade a Gestão dos Resíduos Sólidos no Estado, buscando estimativas de geração e coletas de resíduos sólidos urbanos e rurais foram detalhados por municípios e por Região de Integração (12 regiões), trazendo os dados para o mais próximo da realidade, o que vem a permitir a formulação de políticas e metas.

Em seu segundo volume, elaborado em observância às diretrizes e orientações contidas na Lei 12.305/2010, o PEGIRS buscou propor um *prognóstico*, a partir de premissas quanto às prospecções envolvendo o desenvolvimento econômico combinada com as expectativas de crescimento demográfico, e assim, projeções foram feitas de geração de resíduos sólidos em toneladas, por município além de valores agregados em função dos arranjos projetados para a gestão compartilhada dos resíduos sólidos, nos diversos quadrantes do Estado do Pará. Com isso, foram feitas *proposições, diretrizes, estratégias, metas* e uma *primeira estimativa* de recursos que fora viabilizados para a modernização e operação do Sistema Estadual de Gestão de Resíduos Sólidos, partindo das realidades constatadas nos diversos municípios paraenses. E assim, foi constituído um modelo de *sistema de informação* que possibilitou o armazenamento e análise das informações de resíduos sólidos do Estado.

2.2.1 Plano de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos – Panorama Legal

Atualmente, o Brasil dispõe de uma Política Nacional de Resíduos Sólidos relativamente nova e moderna, regulamentada e sancionada em 2010, chamada de Lei Nº 12.305/2010 – Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos/PNRS e seus Decretos Regulamentador Nº 7.404/2010. Dentre as suas principais atribuições, a PNRS incentiva os municípios a elaborar uma *gestão regionalizada* dos seus

resíduos sólidos urbanos, através de consórcios intermunicipais de gestão de resíduos. Essa Lei incentiva os municípios através da priorização de acesso a recursos da União.

A Lei Nº 12.305/2012 combina conceitos de Gestão de Recursos Naturais com a inclusão da Responsabilidade Social para a gestão dos resíduos sólidos. Inicia assim a integração necessária para a gestão efetiva dos resíduos, com a integração setorial e definição de categorias dos resíduos sólidos urbanos, estendendo tal responsabilidade até os “produtores”, mesmo que ainda seja de forma tímida, através da difusão de conceitos amplos de *Responsabilidade Compartilhada* (logística reversa através de acordos setoriais).

A PNRS busca hierarquizar a forma de tratamento e manejo dos resíduos, através da diferenciação entre os mesmos, valorizando a recuperação de materiais recicláveis, priorizando programas de coleta seletiva e a inserção de cooperativas de catadores de material reciclável na gestão de resíduos urbanos, como também, nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, criando assim, aspectos sociais na gestão de resíduos sólidos, especificamente na recuperação de materiais recicláveis, beneficiando de certo modo o processo tecnológico, processos mecanizados, e organizacionais, a partir do surgimento de cooperativas de catadores de materiais recicláveis, dentro do ciclo.

Quanto aos dejetos, exige-se uma disposição final ambientalmente adequada em aterros sanitários, levando em consideração as normas operacionais específicas, de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, como também minimizar quaisquer impactos ambientais.

A referida Lei introduz também a fixação e o monitoramento de metas para a reciclagem, integrada à inclusão social e à emancipação econômica de catadores de materiais recicláveis, visando à eliminação de lixões do Plano de Gestão de Resíduos, no âmbito Nacional, Estadual e Municipal, devendo assim, estabelecer metas de redução, reutilização, reciclagem, etc, tendo como objetivo a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para a disposição final, de forma ambientalmente adequada.

No âmbito Nacional e Estadual, para os Planos, é necessário a definição de metas para o aproveitamento energético dos gases gerados nas unidades de disposição final de resíduos sólidos e para a eliminação de lixões, buscando sempre associar à inclusão social e a emancipação econômica dos envolvidos no processo.

Outras leis nacionais importantes e que devem ser sempre estudadas na gestão dos resíduos sólidos são: Política Nacional de Saneamento Básico, Lei Nº 11.445/2007 e a Lei dos Consórcios Públicos, a Lei Nº 11.107/2005.

Para o Governo do Estado do Pará, o diagnóstico é o quesito fundamental para o Plano Estadual de Gestão de Resíduos Sólidos, embasado com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, embasado no art. 16 e 17, da referida Política.

Além do Plano Estadual, também foi elaborado o **Plano Microrregional de Resíduos Sólidos**, que assegura a participação de todos os municípios que integram a respectiva microrregião, também chamada de Região de Integração, de acordo com o art. 49 do decreto, correspondendo ao § 1º do art. 17 da PNSR.

O decreto Nº 7.404/2010 define ainda a relação entre os Planos de Resíduos Sólidos e dos Planos de Saneamento Básico, no que tange ao componente de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos, se referindo no art. 54 especificamente aos Planos Nacional de Resíduos Sólidos e os Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.

O Plano Estadual teve como objetivo elaborar um relatório de diagnóstico para retratar a atual situação dos Resíduos Sólidos Urbanos do Estado do Pará, subdividindo em 12 Regiões de Integração. A metodologia adotada para o desenvolvimento do diagnóstico fundamenta-se, de um lado, em diretrizes requisitos pré-disponíveis em Plano Nacional de Resíduos Sólidos e que veio a compor o Termo de Referência que compôs e orientou a empresa que elaborou o diagnóstico.

As secretarias que compôs a equipe que elaborou o diagnóstico dos resíduos sólidos do estado: Secretaria de Estado e Meio Ambiente (SEMA), Secretaria de Integração e Desenvolvimento Urbano (SEIDURB), Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará (IDESP), Secretaria de Ação Social (SEAS), Secretaria de Estado de Transportes do Pará (SETRAN-PA), Companhia de Portos e Hidrovias do Estado do Pará (CPH), Agência de Regulação e Controle (ARCON), Agência de Defesa Agropecuária (ADEPARÁ), Secretaria de Estado de Agricultura (SAGRI) e Secretaria de Estado de Planejamento, Orçamento e Finanças (SEPOF), Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Pará (CREA-PARÁ) e Instituto de Terras do Pará (ITERPA).

2.3 Consórcio Público Intermunicipal

Estabelecido pela Lei nº 11.107/05 e regulamentado pelo Decreto nº 6.017/07, o consórcio caracteriza-se como um acordo entre municípios com o intuito de alcançar objetivos e metas comuns previamente estabelecidos, ensejando a criação de uma nova pessoa jurídica.

Com a intenção de viabilizar a implantação de ações, programas ou projetos desejados, os municípios firmam um contrato com objetivos e responsabilidades quanto à realização de um interesse comum entre os contratantes, que se transformará no estatuto do consórcio público.

Os consórcios intermunicipais têm personalidade jurídica e estrutura de gestão autônoma, além de orçamento e patrimônio próprios para a realização das suas atividades.

Os recursos podem ser gerados das próprias atividades ou das contribuições dos municípios integrantes, conforme o estatuto do consórcio. As contribuições podem ser igualitárias entre as partes ou podem variar conforme a receita do município, o uso dos serviços e bens do consórcio, a população ou outro critério julgado conveniente pelas partes.

Diante dos grandes desafios relacionados à gestão dos serviços de limpeza, mesmo sendo possível ao município atuar isoladamente, a solução consorciada pode ser melhor, pois atenderia à pretensão de quantidade maior de pessoas, com potencial de desembolso menor e resultados finais mais rápidos.

As contratações de serviços intermunicipais podem gerar a diminuição de núcleos administrativos e, por consequência, de custos.

A criação de consórcio intermunicipal tende a produzir resultados bastantes positivos relacionados aos serviços de gestão de resíduos sólidos dos municípios, cabendo elencar alguns deles, a título de exemplo:

- i. Aumento da capacidade de realização dos serviços e atendimento da população;
- ii. Maior eficiência no uso dos recursos públicos como máquinas, equipamentos e mão de obra;
- iii. Realização de ações antes inacessíveis a uma única prefeitura, por exemplo, a implantação de aterro sanitário;
- iv. Ações políticas de desenvolvimento urbano e socioeconômico local e regional;

- v. Aumento da transparência das decisões públicas perante a sociedade;
- vi. Economia de escala, pela viabilização conjunta de terceirizados.

Em contrapartida, nem sempre o estabelecimento de parcerias com outros municípios será uma tarefa simples, pois envolve questões relacionadas à demanda social, política e econômica. Portanto, a transparência e o diálogo são peças fundamentais nesse processo de acordo comum.

O consórcio público fica sujeito às fiscalizações contábil, operacional e patrimonial pelo Tribunal de Contas competente para apreciar as contas do seu representante legal, sem prejuízo do controle externo a ser exercido em razão de cada um dos contratos que os entes da Federação consorciados vierem a celebrar com ele.

3 MÉTODO

O capítulo a seguir ilustra o método de cunho científico utilizado para o estudo desta pesquisa. De acordo com Prestes (2003), o método é caracterizado como a área de sondagem, estabelecendo correlação entre variáveis e opiniões, trilhando roteiro para obter conclusões e finalizar um estudo.

3.1 Classificação da Pesquisa

Para atingir os objetivos propostos, foi realizado um estudo do tipo exploratório e descritivo, de caráter analítico e de natureza qualitativa.

Prestes (2003, p.27) diz que a pesquisa de campo:

[...] É aquela em que o pesquisador através de questionários, entrevistas, protocolos verbais, observações, etc., coleta seus dados, investigando os pesquisados no seu meio". Este tipo de pesquisa é fundamental para realização deste trabalho, pois utilizará meios específicos de sua natureza, como a entrevista, para só então revolver o problema de pesquisa.

De acordo com Gil (2008), a abordagem exploratória deste estudo visa fazer o levantamento bibliográfico e documental dos assuntos referentes a resíduos sólidos, com o aprofundamento nestes temas, baseando-se nos principais autores e artigos relacionados aos temas em questão.

Para Prestes (2003, p. 26):

[...] A pesquisa exploratória configura-se como a que acontece na fase preliminar, antes do planejamento formal do trabalho. Ela tem como objetivos proporcionar maiores informações sobre o assunto que vai ser investigado, facilitar a delimitação do tema a ser pesquisado, orientar a fixação dos objetivos e a formulação das hipóteses ou descobrir uma nova possibilidade enfoque para o assunto. Por meio da pesquisa exploratória, pode-se avaliar a possibilidade de desenvolvimento de um trabalho satisfatório, o que vai permitir o estabelecimento dos critérios a serem adotados, bem como dos métodos e das técnicas mais adequadas.

A abordagem descritiva deste estudo recorre ao método observacional, pois tem como objetivo descrever um fenômeno. Para Gil (2008), as pesquisas descritivas têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis, com isso, esta pesquisa perpassa pela análise de toda estrutura atual do monitoramento dos resíduos sólidos no município de Castanhal.

3.2 Universo da Pesquisa

Segundo Vergara (2007, p.50), o universo de pesquisa consiste em toda a população que vai ser trabalhada, porém essa população não se trata da quantidade de habitantes daquele local, mas sim o conjunto de elementos. A exemplo disso,

temos as empresas, os produtos e as pessoas que possuem as características alvo para um estudo.

“O universo da pesquisa significa o conjunto, a totalidade de elementos que possuem determinadas características, definidas para um estudo.” (LAVILLE; DIONNE, 1999, p.58). O presente trabalho teve como universo de pesquisa o Município de Castanhal/PA, polo da Região de Integração do Guamá.

3.3 Metodologia de Cruzamento de Cartas ou Mapeamento Geotécnico

De acordo com Finucci (2010), superposição de cartas referem-se a métodos cartográficos desenvolvidos no âmbito do planejamento territorial. Procura-se adaptar as técnicas cartográficas para aplicá-las na avaliação de impactos ambientais, visando à localização e a identificação da extensão dos efeitos sobre o meio através do uso de fotografias aéreas sobrepostas. Essa metodologia incide na montagem de uma série de mapas temáticos, sendo que em cada mapa indica-se uma característica cultural, social e física que refletem um impacto, os mapas quando integrados determinam a síntese da situação ambiental de uma determinada área geográfica, podendo ser elaborados de acordo com os conceitos de vulnerabilidade ou potencial dos recursos ambientais (conforme a necessidade de obtenção de cartas de restrição ou de aptidão do solo). Nestes mapas, a intensificação das cores é entendida como áreas com impactos ambientais mais intensos. O referido método é de grande utilidade quando se avaliam questões de dimensionamento espacial.

Atualmente, com o auxílio de satélites e computação gráfica, a aplicação deste tem se tornado mais simples e rápida e com precisão incomparavelmente superior aos métodos anteriores (STAMM, 2003). A metodologia é vista como uma transcrição mais moderna do método GIS (Geographic Information System), sendo que a utilização de computadores ampliou sua gama de aplicações e tornou o método ainda mais exato. Segundo Munn (1979), a aplicação desta permite repartir a área de um mapa em porções, e cada uma dessas porções armazena uma grande quantidade de informações.

A superposição de mapas tem como desvantagens a subjetividade dos resultados, a limitação na quantificação dos impactos e a difícil integração de impactos socioeconômicos, além de não considerar a dinâmica dos sistemas ambientais e requerer altas quantias para sua aplicação. Em contrapartida,

apresenta visualização espacial e geográfica dos fatores ambientais, tal como da extensão dos impactos e proporciona fácil comparação de alternativas. Além disso, com o avanço da informática e o crescimento dos sistemas de Informação Geográfica e georeferenciamento as operações com mapas tornam-se extremamente ágeis, favorecendo as possibilidades de utilização deste método (CARVALHO e LIMA, 2010; SUREHMA/GTZ, 1992).

3.4 Instrumento de Coleta de Dados

Os instrumentos de coletas de dados utilizados para elaboração deste trabalho foram os seguintes:

- Identificação e seleção de material bibliográfico pertinente;
- Realização de visitas a órgãos públicos (prefeituras, secretarias, etc.), visando obter informações (histórico da cidade; número de habitantes; nível socioeconômico; etc.) que possibilitem fazer a descrição da área de estudo (6ª Região de Integração, Castanhal/PA);
- Obtenção de dados e informações junto aos órgãos brasileiros (Companhia de Produção e Recursos Minerais – CPRM e Departamento Nacional de Pesquisa Mineral – DNPM), referentes às características geológicas da localidade em foco, visando assim, elaborar tanto o mapa geológico, quanto o perfil litológico da área que será adotada na pesquisa;
- Aquisição de dados e informações sobre a geologia da Microrregião de Castanhal-Pará/Brasil, tanto na literatura, como junto a outros órgãos de pesquisa (Centro de Geociências da Universidade Federal do Pará; Museu Emílio Goeldi, CPRM, DNPM) existentes no estado do Pará;
- Obtenção de dados relativos às quantidades de resíduos sólidos gerados diariamente nos municípios focos da pesquisa, junto aos órgãos municipais (Prefeitura: Secretaria de Saneamento, Secretaria de Meio Ambiente, etc.);
- Análise e interpretação de imagens de satélite, onde foram mapeadas: as principais vias de acesso, vegetação, drenagem, etc;
- Trabalhos de campo para reconhecimento das drenagens e principais feições geológicas;
- Atividade pós-campo, onde o conjunto das informações bibliográficas e de campo foram integrados na forma de monografia e mapas temáticos.

4 O ESTUDO

4.1 Características do Sistema Atual de Limpeza Pública e Disposição Final dos Resíduos Sólidos

A gestão do sistema municipal de limpeza pública é de responsabilidade da Secretaria de Obras e Urbanismo. Atualmente, para o gerenciamento da limpeza pública, a Secretaria possui um contingente aproximado de 100 profissionais, entre efetivos e prestadores de serviços, para a gestão e execução da limpeza pública.

A gestão dos resíduos urbanos fica a cargo de dois supervisores, um especificamente para a gestão dos resíduos sólidos domiciliares e outro para a gestão dos serviços de limpeza urbana de coleta de entulhos, varrição e poda. O serviço de atendimento ao público é realizado por telefone e diretamente na Secretaria, recebendo solicitações de serviços, reclamações e outras demandas relacionadas.

Há um controle e registros de todas as solicitações efetuadas pela população. Em relação aos atendimentos, a maior demanda é para limpeza de entulhos. Para a fiscalização dos serviços de varrição e capina, o supervisor dos serviços de limpeza urbana dispõe de 2 auxiliares. A fiscalização dos serviços de coleta de resíduos sólidos domiciliares é feita pelo próprio supervisor. A definição de rotas, turnos e controle da frequência e folga dos funcionários que executam o serviço de coleta é definida diariamente através de reuniões matutinas nas dependências da Secretaria de Obras.

O trabalho municipal de limpeza pública realiza a coleta de resíduos sólidos nas sedes dos municípios, e estes resíduos, bem como, os resíduos gerados da varrição de ruas, feiras e mercado municipal, são recolhidos e destinados ao depósito de Castanhal, que apresenta características de lixão, ou seja, um vazadouro a céu aberto localizado no Bairro do Pantanal, no limite que divide a área urbana da área rural.

Para o recolhimento desses resíduos sólidos, cada prefeitura membro conta com um caminhão que conduz o volume até Castanhal e lá, é direcionado para o lixão, que fica no bairro do Pantanal, e com isso, a prefeitura de Castanhal conta com uma frota de veículos que é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3 - Descrição da Frota de Coleta Pública Municipal Quanto ao Tipo, Quantidade, Tipo de Tração e Serviço

| TIPO | QUANTIDADE | CAPACIDADE (m ³) | SERVIÇO | Nº DE VIAGENS | PROPRIETÁRIO |
|-----------------------|------------|------------------------------|-------------------------|---------------|--------------|
| Caminhão Compactador | 3 | 11 | Lixo doméstico | 2 | Prefeitura |
| Caminhão Compactador | 1 | 4. | Lixo doméstico | 2 | Prefeitura |
| Caminhão Basculante | 5 | 9 | Todos os resíduos | 2 | Alugado |
| Caminhão Container | 1 | 5 | Todos os resíduos | Não definido | Prefeitura |
| Trator com Carroceria | 4 | 5 | (Entulho/varrição/poda) | 2 | Prefeitura |
| Trator com Carroceria | 4 | 1,5 | (Entulho/varrição/poda) | 2 | Prefeitura |

Fonte: PARÁ, SEIR (2014)

Deste estudo, pode-se verificar que o lixão de Castanhal possui uma área de cerca de 131.447,89 m², constituído por 23.218.763 m², de lixo recente e 108.229,13m², de lixo antigo. O atual depósito de lixo apresenta um volume total de 182.662,56 m³, distribuídos em 311,43 m³ de lixo recente e 149.710,24m³ de lixo antigo. O vazadouro atual não possui nenhuma forma de isolamento sendo que animais e pessoas transitam livremente pelo local, e a presença de catadores é frequente. A partir de observações *in locu*, constatou-se que na área do lixão é depositado todo o tipo de resíduos sólido: lixo doméstico, comercial, entulhos, restos de poda e capina.

Figura 1 - Área de Deposição dos Resíduos Novos no Lixão de Castanhal



Fonte: Pinheiro, 2015.

Figura 2 - Resíduos Antigos Cobertos pela Vegetação



Fonte: Pinheiro, 2015.

Figura 3 - Catadores do Lixão de Castanhal



Fonte: Pinheiro, 2015.

Figura 4 - Caminhão Basculante - Frota de Limpeza Municipal



Fonte: Pinheiro, 2015.

Figura 5 - Funcionário da Prefeitura em Serviço



Fonte: Pinheiro, 2015.

4.2 Caracterização dos Resíduos Municipais

Partindo dos dados levantados *in loco*, cruzando com os dados elencados pelo relatório da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE (2012), como também pelas informações disponibilizadas pelo município de Castanhal, é possível ter uma noção da quantidade de resíduos gerada e coletada pela sua Região de Integração, diferenciando a população urbana e a população total, como mostra a Tabela 4.

Tabela 4 - Quantidade Estimada de Resíduos Sólidos, gerados pela População Urbana e Rural, pela Região de Integração do Guamá – Polo Castanhal

| Descrição | Geração de Resíduos Sólidos População Urbana | | Geração de Resíduos Sólidos População Rural | | Geração de Resíduos Sólidos População Total |
|---|--|--------|---|--------|---|
| | (t/dia) | % | (t/dia) | % | (t/dia) |
| VI Região de Integração - Guamá: Polo Castanhal | 369,20 | 73,40% | 120,3 | 23,92% | 503,03 |
| Estado do Pará | 4.958,50 | 78,24% | 1.378,80 | 21,76% | 6.337,30 |

Fonte: C. Pinheiro, 2015.

A partir dos dados dispostos na tabela anterior, nota-se uma grande participação de resíduos sólidos gerado fora da sede municipal e distrital, a chamada **área rural**.

4.3 Meio Físico da Região

Deve-se ter em vista a importância das características do meio físico da região de estudo para implantação de um aterro sanitário. A escolha de um determinado local adequado significa menores riscos ao ambiente e à saúde pública. Assim, escolhendo-se uma área adequada a administração pública estará prevenindo os efeitos indesejáveis da poluição dos solos e das águas subterrâneas, além de eventuais transtornos decorrentes de ocupação popular.

4.3.1 Aspectos Climatológicos

De modo geral, o clima da região enquadra-se na categoria do *equatorial megatérmico úmido*, correspondente ao tipo Ami, na classificação de Köppen (GÓES; TRUCKENBRODT, 1980). Apresenta temperatura elevada com média de 26°C e máxima de aproximadamente de 31,9°C. Possui pequena amplitude térmica, em torno de 9,7°C, precipitação, abundante, cerca de 2.680 mm, e umidade relativa do ar entre 85% e 90%. A estação chuvosa é de janeiro a maio e, a menos chuvosa, de junho a dezembro (INMET, 1992 apud SANTOS, 2010)

4.3.2 Solo

Considerando-se apenas o primeiro e o segundo níveis hierárquicos para o enquadramento em classes de solo (Embrapa, 1999) foram identificadas três unidades de mapeamento predominantes – Latossolo Amarelo Álico, Petroplínticos Álicos ou Concrecionário Laterítico e Areias Quartzosas.

a) **Latossolo Amarelo Álico:** São solos minerais, não *hidromórficos*, de baixa fertilidade natural, profundos a muito profundos, bem a excessivamente drenados. O horizonte A, tem espessura variável de 5 a 60 cm com textura areia a areno siltosa. O horizonte B é do tipo *latossólico*, com espessura que ultrapassa os 100 cm, apresenta textura areia, areno-siltosa e argilo-arenosa, por vezes apresenta-se mosqueado deste horizonte, o que o denomina de *latossolo amarelo álico plíntico*. No geral são solos extremamente ácidos, com baixos valores para soma de bases trocáveis, saturação de bases muito baixas e saturação com alumínio superior a 50% definindo o seu caráter *álico*. Esse tipo de solo é resultante da Formação Barreiras, formando um relevo plano;

b) **Petroplínticos Álicos ou Concrecionário Laterítico:** A principal característica é a presença de *petroplintitas* (concreções) de diversas formas e tamanhos e em

vários estágios de evolução. Esses solos são consequência do processo de laterização. São descritos como solos minerais não *hidromórficos*, profundos, bem drenados. O horizonte A possui espessura que varia de 23 a 37 cm de textura arenosa a argilo-arenosa. O horizonte B pode ser tanto do tipo *latossólico* quanto textural, com espessuras que ultrapassam 125 cm, sua textura é argilo arenosa ou predominantemente argilo-arenosa. São extremamente ácidos, apresentando baixa fertilidade natural e saturação de alumínio superior a 50% o que marca o seu caráter *álico*;

c) **Areias Quartzosas:** São pouco desenvolvidos, originados quase sempre de sedimentos aluviais inconsolidados, associados as margens de rios e pequenos cursos d'água. Ocorrem geralmente em terrenos planos.

4.3.3 Geologia

A geologia da Região Nordeste do Estado do Pará é representada por litologias da Formação Pirabas, Grupo Barreira e Pós-Barreiras, além dos sedimentos Recentes.

Litologicamente, a Formação Pirabas é constituída por margas e calcários micríticos, bioclásticos, biohémicos e dolmicritos que se intercalam com arenitos calcíferos (FERREIRA, 1982) e folhelhos de coloração cinza-esverdeados e negros. Sua deposição tem sido atribuída a um paleoambiente marinho de águas rasas e quentes (PETRI, 1957; ACKERMANN, 1969; FERREIRA 1966; entre outros).

A idade da Formação Pirabas é Oligo-Miocênica (FERREIRA, 1982) e sua fauna relacionada a zonas bioestratigráficas internacionais (FERNANDES, 1988). Com base nos estudos dos foraminíferos, FERREIRA *et al.*, (1984) limitou a sua ocorrência ao intervalo Oligoceno Superior - Mioceno Inferior.

No nordeste do Estado do Pará, a Formação Pirabas faz contato com as rochas do Pré-Cambriano (PETRI, 1957; FERREIRA *et al.*, 1984 e GÓES, 1981). O contato superior com o Grupo Barreiras é admitido como discordante (FRANCISCO; FERREIRA, 1988), como uma interdigitação faciológica (ROSSETI, 1988) ou com variações locais (FERREIRA *et al.*, 1984).

Ao estudar as características lito-palenontológicas da Formação Pirabas, FERREIRA (1977) dividiu essa unidade em três fácies distintas e dispostas da base para o topo em Fácies Castelo, Baunilha Grande e Capanema (antiga Canecos, de PETRI, 1957).

- i. **Fácies Castelo (Basal)** – É composta litologicamente por calcários de diversas composições, com coquinas, em destaque para os micritos, biohermitos e dolmicritos. Foi depositada em mar aberto sobre a influência de águas agitadas e quentes, com salinidade normal (FERREIRA, 1982).
- ii. **Fácies Capanema (Intermediária)** – É composta litologicamente por calcários argilosos (margas), micritos, bioclastos, folhelhos rítmicos e arenitos calcíferos. Esses litotipos refletem ambiente lagunar e estuarino, com águas calmas e salinidade abaixo do normal (FERREIRA, 1982).
- iii. **Fácies Baunilha Grande (Topo)** - É composta litologicamente por argilas negras com vegetais piritizados e nódulos de calcários escuros, contendo fragmentos de crustáceos que refletem ambiente redutor, típico de mangue.

Na região metropolitana de Belém a Formação Pirabas pode ser identificada a partir de profundidades de 70-90 metros.

O Grupo Barreiras constitui uma cobertura sedimentar terrígena continental, de idade pliocênica, depositada por sistemas fluviais entrelaçados associados a leques aluviais, planícies de areia, planícies de lama, sendo provável influência das marés (ROSSETI *et al.*, 1989). Esses sedimentos ocorrem sob a forma de falésias ou terraços nas margens dos rios e têm grande ocorrência no litoral brasileiro, estendendo-se desde o vale amazônico, toda região costeira, norte e nordeste, até o estado do Rio de Janeiro. Para o sul, sequências equivalentes têm sido encontradas até o Uruguai.

A idade do Grupo Barreiras é atribuída com base em estudos paleontológicos, baseados em *palinomorfos*, tendo sido sugerida a idade Mioceno-Plioceno (ARAI *et al.*, 1988).

Bigarella e Andrade (1964) incorporam três *litofácies* definidas por Góes e Truckenbrodt (1980) que são da base para o topo: fácies argilo-arenosa, arenosa e conglomerática.

A fácies argilo-arenosa é composta litologicamente por interdigitações de camadas argilosas, argilo-arenosas, areno-argilosas e arenosas. As argilas apresentam coloração variada enquanto que os outros sedimentos exibem cores mosqueadas. Localmente, ocorrem lentes de areia, com granulometria fina a grossa e com estratificação cruzada.

A fácies arenosa é composta litologicamente por arenitos amarelados, com granulometria predominantemente média e com lentes de microconglomerados na base. Normalmente, capeia a fácies argilo-arenosa, apresentando contato brusco.

A fácies conglomerática é composta por um conglomerado *polimítico*, com abundante matriz de areia grossa argilosa.

O termo “Pós-Barreiras” foi designado por Silva e Loewenstein (1968) para caracterizar os sedimentos amarelados, inconsolidados e apresentando uma coloração amarelada, sobrepostos às camadas do Grupo Barreiras. É constituído litologicamente por sedimentos areno-argilosos, compostos principalmente por grãos de quartzo e frações de silte e argila, com leitos finos de seixos de arenitos ferruginosos (SILVA; LOEWENSTEIN, 1968). Normalmente são mal selecionados e com ausência de estruturas sedimentares.

O contato com o Grupo Barreiras é marcado por um nível de paleopavimento composto por fragmentos lateríticos discóides (SÁ, 1969; ROSSETI *et al.*, 1989).

A análise faciológica dos sedimentos Pós-Barreiras no nordeste do Estado do Pará, sugere que sua deposição tenha ocorrido mediante um sistema de leques aluviais, planície de areia e planície de lama com possível influência marinha.

Os sedimentos recentes são representados por pântanos, mangues, terraços marinhos, campos de dunas colonizadas, barras, praias e cordões litorâneos atuais, além de dunas costeiras. São compostos por areias, siltes e argilas intercaladas. Sua espessura é variada, podendo chegar, no máximo, a 50 m. (COSTA *et al.*, 1991). É comum a ocorrência de argilas orgânicas, com restos vegetais, bioturbadas e intercaladas a siltes e areias finas, com espessuras milimétricas a centimétricas.

Quanto à geologia local, segundo Souza Filho (1992), no município de Castanhal é possível individualizar principalmente duas unidades litoestratigráficas que englobam rochas do Grupo Barreiras e Pós-Barreiras, além dos sedimentos atuais. A Figura 6 apresenta a coluna estratigráfica proposta pelo autor para a região.

Figura 6– Coluna estratigráfica proposta para o Município de Castanhal

| Era | Período | Época | Unidade | Descrição |
|-----------|-------------|------------------|-------------------|--|
| CENOZÓICO | QUATERNÁRIO | Holoceno | Sedimentos Atuais | Argilas de coloração branca acinzentada contendo manchas avermelhadas a amareladas devido a oxidação do ferro; aluviões constituídos por seixos de lateritos e quartzo. |
| | | Pleistoceno | Pós-Barreiras | Sedimentos areno argilosos, coloração amarelada, apresentando grânulos de quartzo e concreções ferruginosas dispersas aleatoriamente; depositadas sobre superfícies erosivas; areias quartzosas de granulação fina a média, coloração branca, maciça; fragmentos de argilitos e arenitos ferruginizados com matriz arenosa e/ou argilosa ferruginizada. |
| | TERCIÁRIO | MIOCENO/PLIOCENO | Grupo Barreiras | Sedimentos argilosos com laminação plano-paralela, coloração vermelha amarelada com tons esbranquiçados, bioturbados; sedimentos arenosos de granulação fina a média, estratificação cruzada acanalada, marcas onduladas; sedimentos areno-argilosos maciços ou com estratificação incipiente; conglomerados com seixos de argila ferruginizada seixos de quartzo e quartzito. |

Fonte: SOUZA Filho Et Al, 1992.

4.3.4 Geomorfologia

O município de Castanhal está inserido dentro da Unidade Geomorfológica do Planalto Rebaixado da Amazônia, de acordo com Barbosa (1974), que constitui uma extensa superfície denominada de ***Pediaplano Pleistocênico***.

Com isso, a partir de estudos diversos, pode-se compartimentar o relevo em duas unidades principais: as *planícies fluviais* (relevo de agradação) e um relevo de *colinas amplas de topos aplainados* (relevo de degradação) (BARBOSA, 1974).

As planícies fluviais são formadas por argilas e material *aluvionar*. Estas planícies estão associadas principalmente aos rios Apeú, Inhangapi, Marapanim e aos igarapés de menor expressão.

As planícies as margens do rio Apeú e do rio Inhangapi, estão sujeitas a inundações periódicas, principalmente nas marés altas, uma vez que estes rios são influenciados pela maré, onde se observa vegetação típica de várzea. Desta forma apresentam uma planície mais ampla e desenvolvida, constituída principalmente por argilas.

Na região norte do município, as planícies fluviais apresentam um desenvolvimento menor, sendo constituída por aluviões e por pequenas porções argilosas.

As colinas amplas são a unidade que melhor representam o relevo da área do empreendimento. Correspondem a área de dissecação do Pediplano Pleistocênico e possuem vertentes suaves e convexas, declividade baixa, sustentadas por rochas do Grupo Barreiras e Pós-Barreiras.

4.3.5 Recursos Hídricos

O principal rio do município é o Inhangapi, que serve de limite parcial entre Castanhal e Inhangapi, ao Sul. Formado por pequenos igarapés, nasce a sudeste do município e deságua no rio Guamá. Recebe, em seu percurso, pela margem direita, os igarapés Tauari e Pitimandeuá, este fazendo limite parcial ao sul, com Inhangapi. O seu mais importante afluente, por esta margem, é o rio Apeú, que nasce a noroeste da sede do município e tem como afluentes os igarapés Macapazinho, Castanhal e Americano, este fazendo limite, a sudoeste, com Santa Izabel do Pará. Pela margem esquerda do rio Inhangapi, aparecem os tributários igarapés São Lourenço e Timboteua.

Na porção nordeste, o rio Braço Direito do Marapanim com o tributário rio Caranã e o afluente deste, Braço do Caranã, formam o limite Leste com São Francisco do Pará. Ao Norte, o rio Braço Esquerdo do Marapanim faz limite com Curuçá e a Noroeste com Vigia.

Em geral os cursos d'água são utilizados para recreação e lazer da população, como foi observado na localidade de Apeú, onde parte do rio foi transformada em um "balneário". Servem como fontes de abastecimento para aquelas comunidades que não são beneficiadas com a água tratada e encanada.

São utilizados como vias de transporte, pois alguns rios e igarapés possuem trechos navegáveis. São utilizados também para pescaria tanto de lazer como para alimentação das comunidades do entorno dos cursos d'água.

Localmente ocorrem cursos de menor expressão como os igarapés Capixuna, que se situa próximo ao lixão do Pantanal,

4.4 Perspectiva de um Aterro Sanitário para o Município de Castanhal

Atualmente, todos os municípios pertencentes a essa região, apresentam como destino final de seus resíduos, o lixão a céu aberto, da forma mais rudimentar possível, não dispondo de nenhuma Licença de Operação. *In loco*, notou-se que ambas as prefeituras não apresentam nenhum dado ou indicadores a respeito da disposição de seus resíduos. Em Castanhal (ver Figura 7), o que foi notado é que não há informação de pesagem e nem o registro de carga, porém de 3 em 3 meses é feita uma cobertura com piçarra, o que prejudicou a exatidão da capacidade do lixão do Pantanal, no entanto, após conversa com os supervisores desses lixões, a capacidade de receber mais resíduos já está no limite.

De acordo com a Prefeitura de Castanhal, atualmente, não há projeto para um aterro sanitário para o município, no entanto, a partir do Plano Estadual, ainda não há um plano municipal oficial, mas já há estudos sendo realizados para uma futura área.

No entanto, este estudo, embasado nos conceitos atuais da disposição correta dos resíduos sólidos e responsabilidade sócio-ambiental, na legislação vigente e em estudos anteriores, pode-se idealizar os elementos componentes para um Projeto de Aterro Sanitário para o município de Castanhal.

Para tal, deve-se considerar as atuais condições da disposição desses resíduos sólidos e as possíveis alternativas para a melhoria, condicionamento, logística e custo, que são as condições determinantes para a concepção de um sistema integrado, cujo objetivo é a substituição do modelo arcaico atual para um modelo de vanguarda, buscando os menores custos, melhor tratamento e menor impacto para o ambiente.

O lixão principal, o do bairro do Pantanal, está na zona rural, porém nos limites da zona de expansão urbana, em área pertencente ao município de Castanhal, que está inserido na área de implantação de um futuro aterro sanitário, de acordo com informações conseguidas com a Secretaria de Obras e Urbanismo, que detém a responsabilidade de gerir o lixão.

O aterro sanitário que fora idealizado para o município de Castanhal deve preconizar o *planejamento do uso e ocupação do solo*, a partir de definição de usos para a área do aterro, compatível com a infraestrutura sanitária a ser implementada no município, prevendo o controle do escoamento superficial das águas pluviais,

buscando evitar os focos de erosão, como também o monitoramento da qualidade das águas subterrâneas.

Quanto aos aspectos gerais da atual área do lixão, a degradação do relevo ocorre em boa parte da área, estando sustentada por rochas do Grupo Barreiras e Pós-Barreiras. As amplitudes médias estão em torno de 50 metros. Na área do aterro e adjacências observa-se o relevo constituído por colinas pequenas de topos arredondados, com vertentes suaves e convexas. A rede de drenagem é bastante intensa, estando o atual lixão localizado em um divisor de águas cujos caimentos são predominantes para o sul da região.

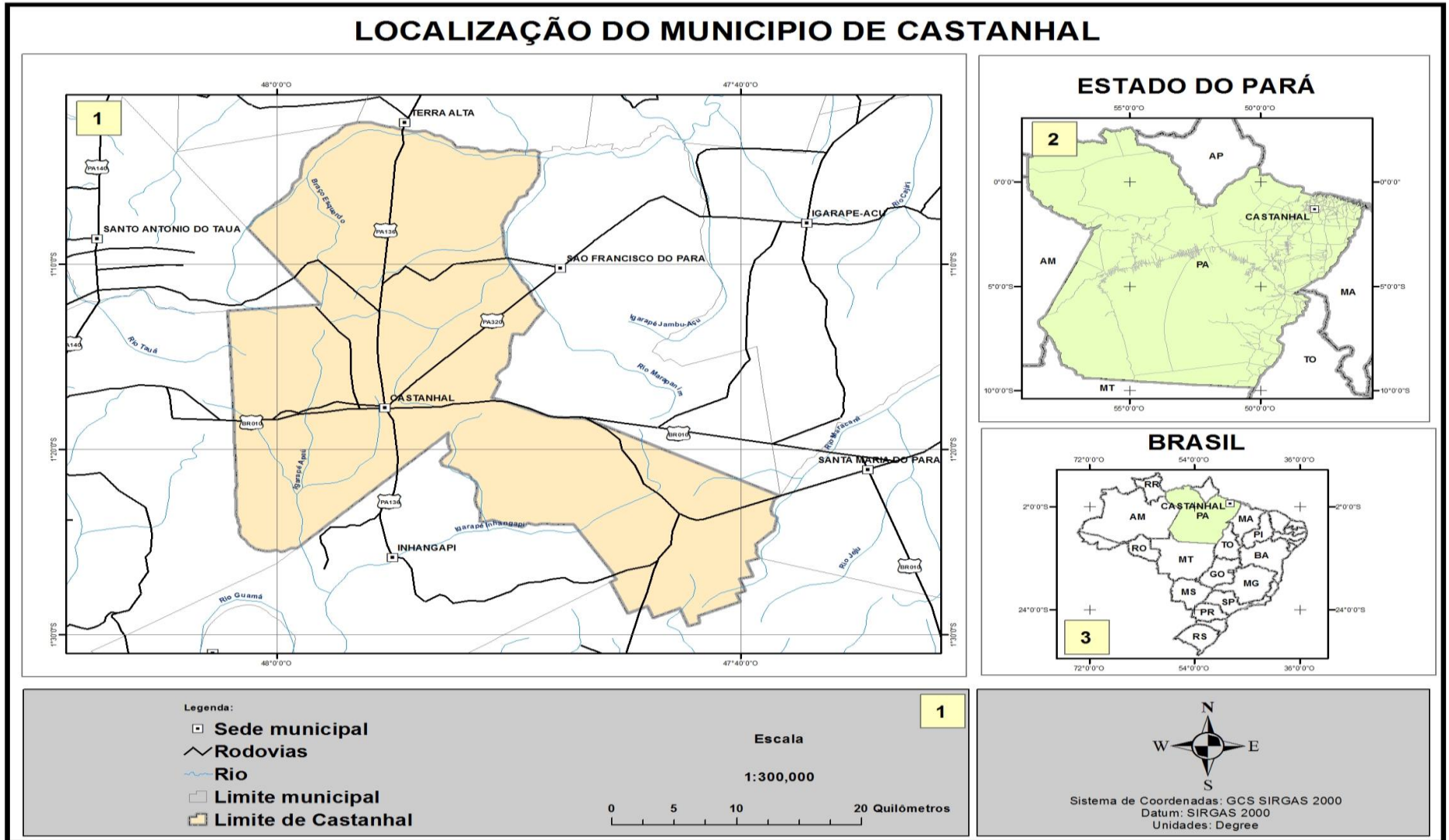
A área do Município de Castanhal é coberta por *latossolo* amarelo avermelhado ou vermelho amarelado de textura média. Este solo é formado, sobretudo a partir dos sedimentos do Grupo Barreira e Pós-Barreiras, em relevo plano e ondulado sob cobertura vegetal predominantemente de floresta alterada tipo capoeira alta, com a ocorrência de espécies.

A pequena ocorrência do material do solo e a grande profundidade facilitam bastante os trabalhos de engenharia, que envolvem grandes escavações e fazem com que os *latossolos* sejam ótima fonte de matéria prima para aterros, estradas e barragens de terras. Em locais onde não existia rede subterrânea de esgotos, eles se prestam bastante para construção de fossas sépticas e aterros sanitários por causa da sua elevada permeabilidade.

Os *latossolos* quando apresentam coloração avermelhada ou vermelha-amarelada pela ocorrência de sesquióxidos de ferro e alumínio passam a ser denominado de solo *concrecionário laterítico*. Estes por sua vez tem profundidade média, constituindo-se de uma mistura de partículas mineralógicas finas e concreções de arenito ferruginosos, de diâmetro variado encontrados sob relevo e ondulado, em terrenos terciários.

O terreno para o Aterro Sanitário encontra-se nos limites da área de expansão urbana da cidade. A ocupação do entorno está caracterizada pela inexistência de agrupamentos residenciais. No geral a área está circundada por propriedades rurais, caracterizadas como matas: fazendas e sítios, não existindo núcleos habitacionais próximos.

Figura 7 - Localização Geográfica do Município de Castanhal



Fonte: Pinheiro, 2016.

4.4.1 Localização de Aterros Sanitários

Segundo a NBR 8.419 de 1992, aterro sanitário é uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário.

A NBR 13.896 de 1997 estabelece exigências mínimas para a localização de aterros de modo que os impactos ambientais provenientes de sua instalação sejam minimizados, a aceitação pública seja maximizada, que a área esteja dentro dos padrões de zoneamento da região e que o local possa ser utilizado por um longo período de tempo, necessitando apenas de um mínimo de obras para o início da operação.

Para a seleção de áreas adequadas para implantação do aterro sanitário do município de Castanhal, utilizou-se uma análise espacial dos principais atributos do meio físico urbano e da área de expansão urbana, com o intuito de obter uma carta interpretativa, em função da urgente necessidade de se delimitar áreas geotecnicamente aptas a receber os rejeitos produzidos na Região de Integração do Guamá. Desta forma levamos em consideração as seguintes exigências:

- Áreas urbanas e de expansão urbana: a atividade de um aterro sanitário impõe, no seu entorno, uma série de impactos no meio ambiente, tais como: aumento do tráfego de veículos, alteração negativa na qualidade do ar, aumento do nível de ruído e partículas sólidas em suspensão, desvalorização de imóveis, etc., sendo incompatível com as atividades típicas das áreas urbanizadas e de expansão urbana do município de Castanhal. Fazendo-se necessário, o auxílio do Mapa de Uso do Solo, que propiciará a criação de uma faixa de segurança de 500 m no entorno de toda área urbana e de expansão urbana, definindo-se em ambiente de Sistema de geoprocessamento ArcGis versão 10.1 o Mapa de Áreas Distantes 500m da Área Urbana e de Expansão Urbana. Dentro deste polígono, a instalação de aterros sanitários é considerada restritiva em função da proximidade com áreas urbanas, de acordo com proposta sugerida pelo IPT (1995);
- Faixa de Proteção Permanente dos Corpos D'água: qualquer área dentro da faixa de proteção permanente (APP) dos corpos d'água deve-se considerar

inadequada. Na análise deste atributo, é utilizado o Mapa de Faixas de Proteção Permanente dos Corpos D'água e, a partir dele, é produzido em ambiente de SIG a carta de áreas externas à faixa de proteção permanente dos corpos d'água. Assim, dentro dos polígonos resultantes, a instalação de aterros sanitários é considerada não restritiva (ver Figura 8);

- Várzea: as áreas de várzea apresentam ecossistemas que podem ser impactados negativamente pelo chorume produzido pelos resíduos sólidos domésticos. Algumas das restrições deste ambiente são: contaminação das águas superficiais pelo chorume e metais pesados; o nível freático nessa região fica, no geral, abaixo de 1m de profundidade, portanto sujeito a alto risco de contaminação; as áreas de várzea são constituídas por sedimentos pouco consolidados de baixa resistência e alta compressibilidade que podem limitar a espessura e a altura das células de lixo. Com base no Mapa das Unidades Geológicas, deverá ser elaborado em ambiente de SIG uma faixa de segurança de 500 m no entorno das áreas de várzea, tendo como produto final uma carta de áreas de terra firme e assim que, dentro desses polígonos, a implantação de aterros sanitários é considerada não restritiva ao atributo áreas de várzea (ver Figura 9);
- Mapa de Áreas com distância máxima de 3 km da área urbana ou de expansão urbana. Com objetivo de reduzir os custos com transporte (ver Figura 10).

Em ambiente de SIG, os vários atributos acima citados foram manipulados e cruzados (ver Figura 11) de modo que se obtivesse apenas os polígonos que preenchessem as seguintes características:

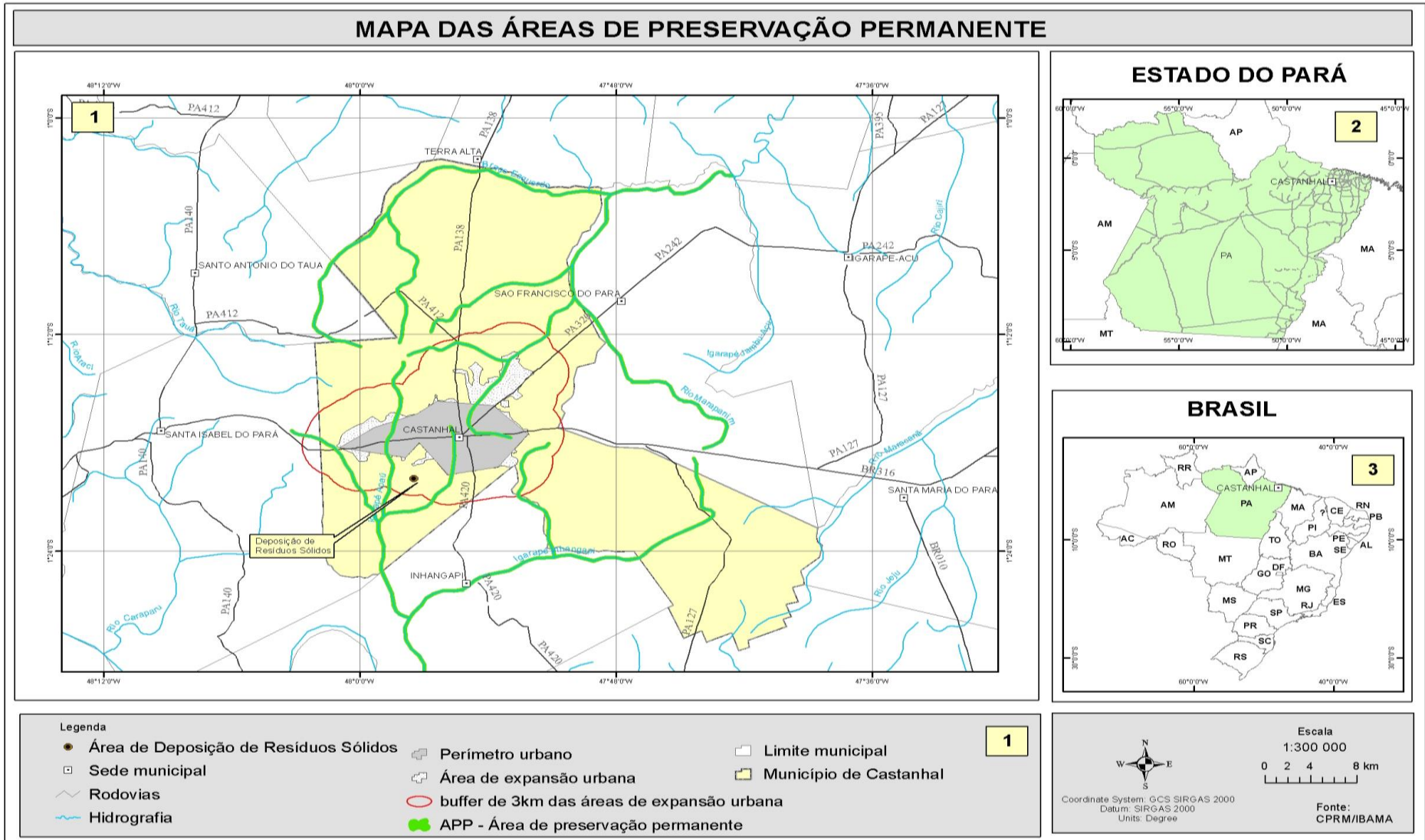
- a) Não estivesse localizado em área de várzea;
- b) Estivesse a uma distância mínima de 500m de área urbana ou de expansão urbana;
- c) Não estivesse localizado dentro da faixa de proteção permanente dos corpos d'água definida pelo Código Florestal;
- d) Mapa de Áreas com distância máxima de 3 km da área urbana ou de expansão urbana.

Como resultado desta interseção, obteve-se duas unidades de mapeamento, as quais são:

- i. Unidade I - Áreas preferenciais para instalação de aterro sanitário (APIAS) para os atributos considerados: áreas de terra firme não sujeitas à inundação e distantes no mínimo 500 m de área urbana e de expansão urbana; áreas fora da faixa de proteção permanente dos corpos d'água e distante no máximo 3 Km da área urbana ou de expansão urbana.
- ii. Unidade II - Áreas não apropriadas à instalação de aterro sanitário, por apresentarem um ou mais parâmetros considerados restritivos ao desenvolvimento da atividade: áreas de várzea sujeitas à inundação, áreas de preservação permanente segundo o código florestal brasileiro, distantes no mínimo 500 m de área urbana e de expansão urbana; áreas dentro da faixa de proteção permanente dos corpos d'água e distante mais de 3 Km da área urbano ou de expansão urbana.

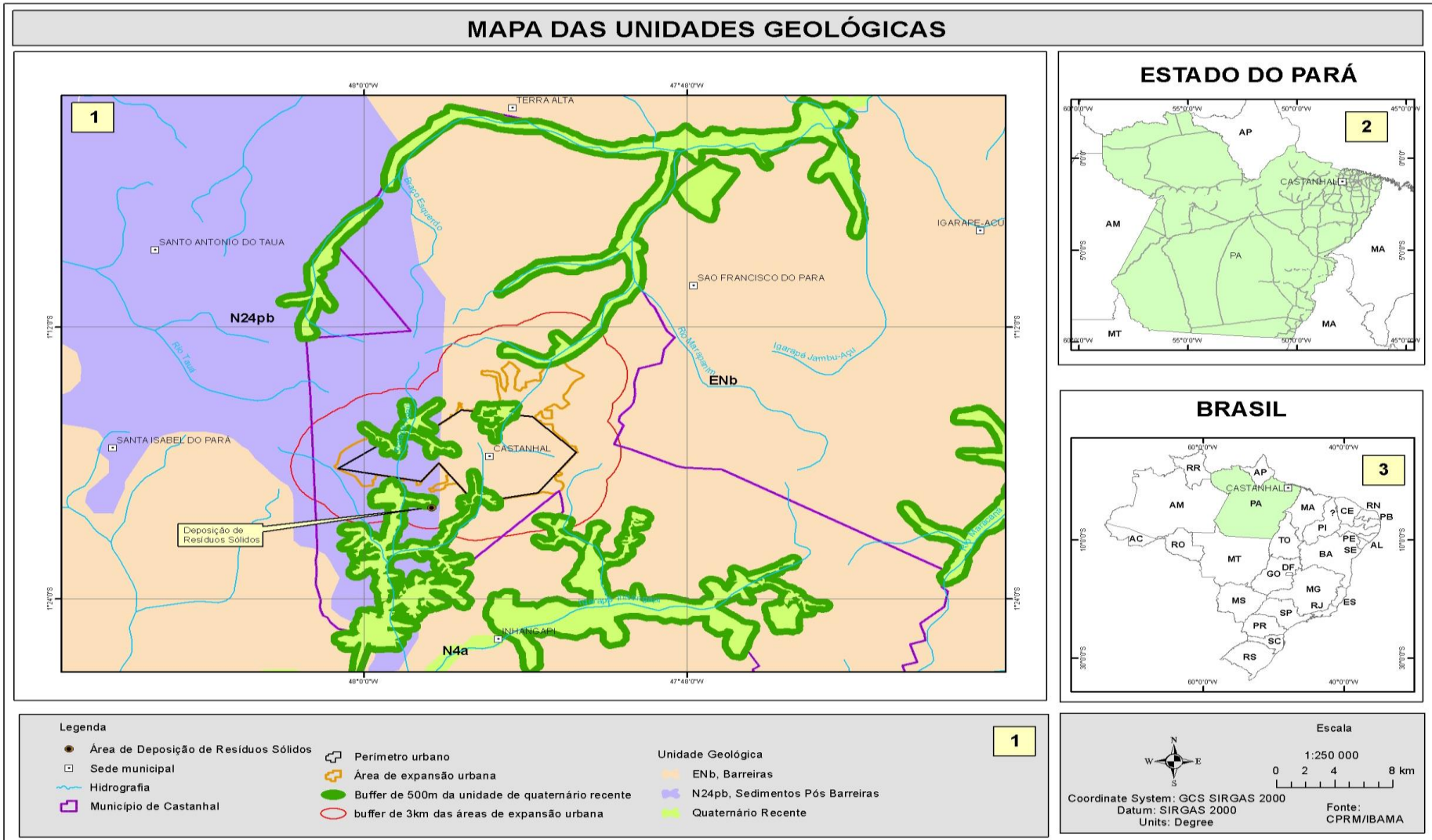
Na definição das áreas preferenciais à instalação de aterro sanitário, foram considerados apenas atributos restritivos, ou seja, aqueles que separadamente justificam ou impedem a atividade

Figura 8 - Mapa das Áreas de Preservação Permanente de Castanhal



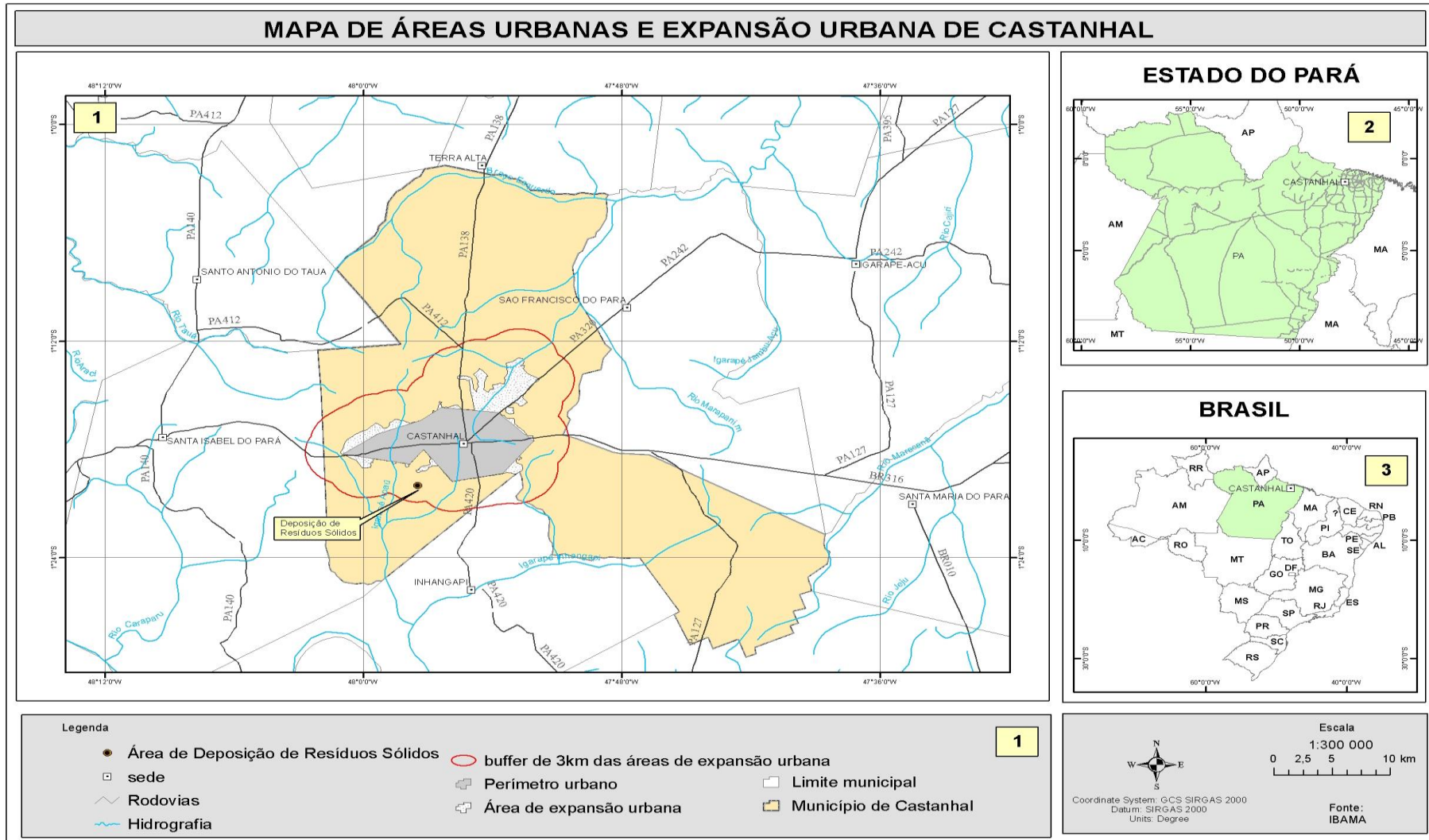
Fonte: C. Pinheiro, 2016.

Figura 9 - Mapa das Unidades Geológicas



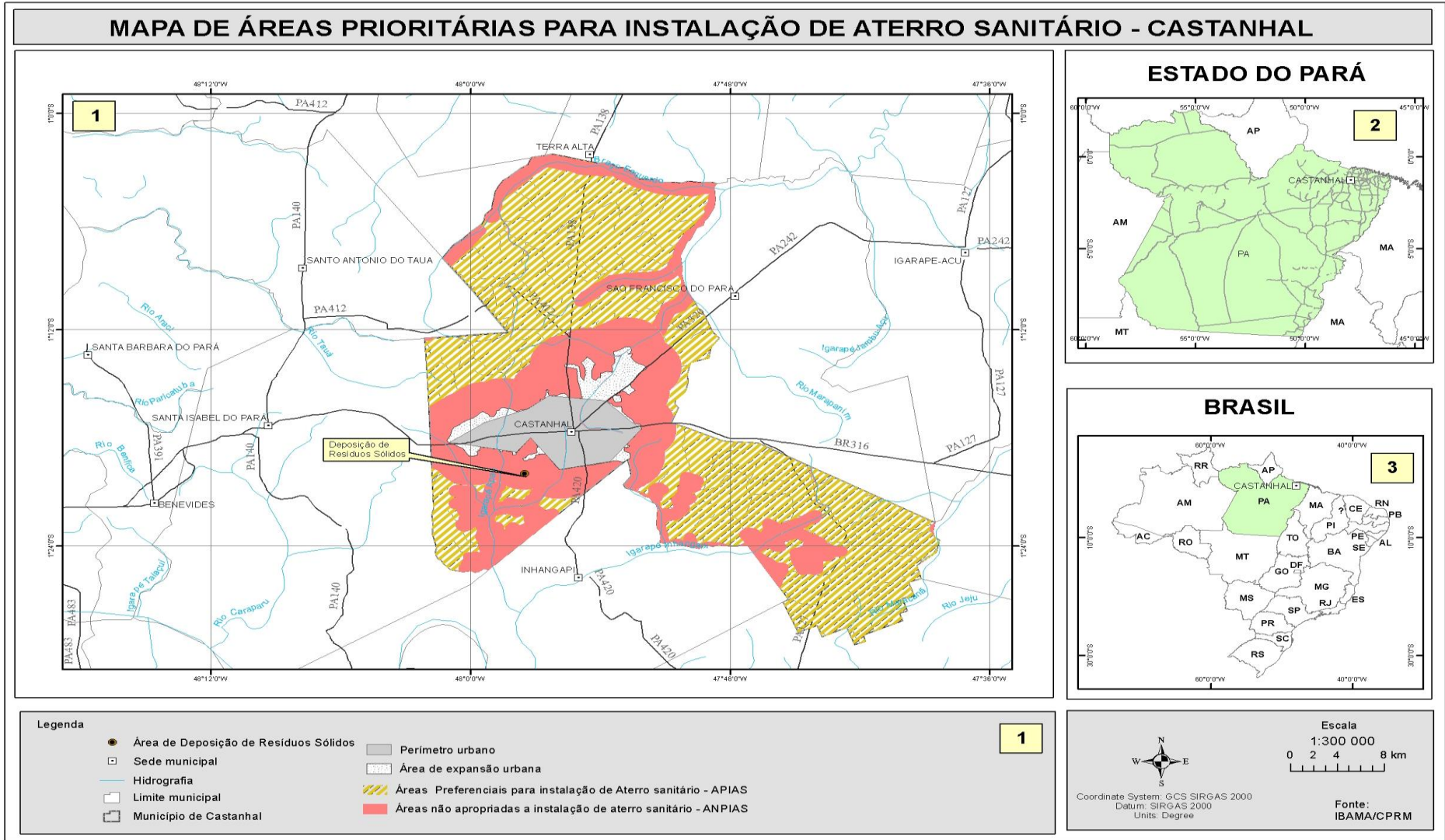
Fonte: C. Pinheiro, 2016.

Figura 10 - Mapa de Áreas Urbanas e Expansão Urbana de Castanhal



Fonte: C. Pinheiro, 2016.

Figura 11 - Mapa das Áreas Prioritárias para Instalação de Aterro Sanitário - Castanhal



Fonte: C. Pinheiro, 2016.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao percurso do desenvolvimento desta pesquisa sobre a avaliação da adequabilidade do ambiente geológico do meio onde é feita a dispersão final dos resíduos sólidos do município de Castanhal/PA, percebeu-se a complexidade em relação ao tema abordado, por envolver diversos fatores sociais, econômicos e ambientais, e também por mudanças de ordens comportamental, administrativa e política.

Diante do exposto, foi possível alcançar o objetivo geral desta pesquisa, pois foi possível avaliar o local de disposição final de resíduos sólidos do município de Castanhal, partindo do objetivo específico, do levantamento bibliográfico acerca do tema da pesquisa e confrontar com a realidade, alcançando um *feedback* da Teoria/Prática. Outro ponto importante foi a dificuldade de levantamento de informações específicas a respeito do histórico e dados geográficos que deveriam estar disponíveis para a população, por meio da transparência.

Sendo assim, os resultados apresentados permitem também concluir que não foram respeitados os critérios de distância de cursos d'água e distância de núcleos urbanos de adequabilidade para o atual local de disposição de resíduos sólidos (lixão) da Região de Integração do Guamá e, portanto, não estão de acordo com a NBR 13.896/1997 representando possíveis riscos para o meio ambiente e para a qualidade de vida da população do entorno.

A localização do empreendimento em uma área inadequada decorre da condição de Utilidade Pública da obra, segundo a resolução CONAMA n° 369/2006, que dispõe sobre os casos de excepcionalidade. Nota-se, portanto, uma lacuna tanto na resolução citada quanto na NBR 13.896/1997, pois a última permite alterações nos critérios para implantação dos aterros sanitários.

Todavia, mediante aos resultados encontrados neste trabalho, foi possível evidenciar que as áreas selecionadas através da carta de adequabilidade à disposição final de resíduos sólidos, das várias metodologias de mapeamento geotécnico alcançaram elevado padrão de qualidade quanto à definição de critérios a serem ponderados em sua elaboração, não faltando critérios a serem considerados para localização de áreas para aterro sanitário. Mas o que se percebe é uma ineficiência por parte de profissionais capacitados em convencer a sociedade de sua importância fundamental no processo de gerenciamento do espaço urbano, de modo que os *stackholders* possam associar os vários atributos do meio físico,

socioeconômicos e biológicos mapeáveis ao processo de tomada de decisão quanto à melhor localização das atividades humanas relacionadas ao mapeamento geotécnico.

Portanto, problemática dos resíduos sólidos no atual exemplo de desenvolvimento socioeconômico, baseado no consumo e descarte cada vez mais crescente, pode-se observar que são vários fatores que inviabilizam a encontrar saídas viáveis para um equilíbrio ecologicamente correto e socialmente sustentável. Com isso, deve partir das autoridades e políticas que implementem essa visão de sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

ABRELPE: **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil – 2011**, São Paulo, 2012

ABREU, Maria de Fátima. **Do lixo à cidadania: estratégias para a ação**. Brasília: Caixa, 2001. Parceria realizada entre a Caixa econômica Federal e a UNICEF.

ACKERMANM, F. L., 1969. **Esboço para geologia entre a cidade de Belém – Rio Guamá e Atlântico – Rio Guamá**. Belém, UFPA. Imprensa universitária. 79p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 8.419: apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos**. Rio de Janeiro, 1992.

_____. **NBR 13.896: aterros de resíduos não perigosos – critérios de projeto, implantação e operação - procedimentos**. Rio de Janeiro, 1997.

BARBOSA, G.V.; RENNÓ, C.V.; FRANCO, E.M.S. Geomorfologia. In: BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. Projeto RADAMBRASIL. **Folha SA.22-Belém: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro: DNPM, 1974. p. 1-36. (Levantamento dos Recursos Naturais, 5).

BRASIL: **Plano Nacional de Resíduos Sólidos, versão preliminar para consulta pública**, Ministério do Meio Ambiente/ MMA, Brasília, 2011.

BRASIL: **Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei Nº. 12.305**, de 2 de agosto de 2010.

CARVALHO, D.L.; LIMA, A.V. Metodologias para Avaliação de Impactos Ambientais de Aproveitamentos Hidrelétricos. In: XVI Encontro Nacional dos Geógrafos, Porto Alegre. 2010. Aproveitamentos Hidrelétricos. In: XVI Encontro Nacional dos Geógrafos, Porto Alegre, 2010.

CASTILHOS JUNIOR, A. B. de. **Resíduos Sólidos: Aterro Sustentável para Municípios de Pequeno Porte**. PROSAP, Florianópolis, 2003.

CEMPRE. **Pesquisa Ciclossoft 2012**. Disponível em <http://www.cempre.org.br/ciclossoft2012.pdf> Acesso em 01 Mai 2015

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 369, de 28 de Março de 2006. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente- APP. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamentoo/legislacao/federal/resolucoes/2006_Res_CONAMA_369.pdf Data de acesso: 25 de Novembro de 2010.

COSTA, L. G da S. **Levantamento Florístico de uma Floresta Secundária no Município de Benevides**. Faculdade de Ciências Agrárias do Pará – FCAP. Belém-Pará 2003. 30p.

CREDDO, E. D. I. **Gerenciamento dos Resíduos Sólidos no Brasil**: O que muda com a aprovação da P.N.R.S 2008. 41p. Monografia do curso de especialização em direito ambiental. Faculdade de saúde pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

DIAS, G. F. **Fundamentos de Educação Ambiental**. Brasília: Universa, 2000.

FERREIRA, C. S. 1966. **Características litopaleontológicas da Formação Pirabas, estado do Pará**. Divisão Nacional de Geologia e Mineralogia, 41: 101 – 111.

FERREIRA, C. S. 1977. **Fácies da Formação Pirabas, novos conceitos e aplicações**. In: ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS. Rio de Janeiro. Anais, Rio de Janeiro, 49 (2): 253.

FERREIRA, C. S. 1982. **Notas estratigráficas sobre o Cenozóico do Estado do Pará**. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA. Belém: SBG, 1982. V.1, p. 84 – 88.

FERREIRA, C. S.; VICALVI, M. A.; MACEDO, A. C. M., 1984. **Os limites meridionais da Bacia de Pirabas, Estado do Pará**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, Rio de Janeiro. Anais, SBG, V. 1 p. 326 – 329.

FINUCCI, M. Metodologias utilizadas na avaliação do impacto ambiental para a liberação comercial do plantio de transgênicos. 2010. 230f. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-graduação em Saúde Pública, Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. São Paulo-SP.

FONSECA, Edmilson. **Iniciação ao Estudo dos Resíduos Sólidos e da Limpeza Urbana**. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES. 2ª Edição, 2001.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2006.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.

GÓES, A. M.; TRUCKENBRODT, W. 1980. **Caracterização faciológica e interpretação ambiental dos sedimentos Barreiras da região Bragantina, nordeste do Pará**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31. Camboriú, Anais. Camboriú: Sociedade Brasileira de Geologia, v.2, p. 766 – 771.

GÓES, A. M.; TRUCKENBRODT, W. 1980. **Caracterização faciológica e interpretação ambiental dos sedimentos Barreiras da região Bragantina, nordeste do Pará**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31. Camboriú, Anais. Camboriú: Sociedade Brasileira de Geologia, v.2, p. 766 – 771.

GÓES, A. M. **Estudos sedimentológicos dos sedimentos Barreiras, Ipixuna Itapecuru, no nordeste do Pará e nordeste do Maranhão**. 1981. 55p. Tese (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém. 1981.

JUPIASSU, N.S. **As regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos**. Estudo fisiográfico da Folha SA-23 São Luís e parte da Folha SA-24 Fortaleza. In: Projeto RADAM. V.3. 1974.

LAVILLE, C.; DIONNE, J. **A construção do saber**: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas. Porto alegre: Atlas, 1999.

LOUREIRO, Carlos Frederico B. **Trajatória e fundamentos da educação ambiental**. São Paulo: Cortez, 2004.

MANDARINO, A. **Produção crescente de resíduos sólidos: pode ser sustentável esse processo?** Rio de Janeiro, Garamond, 2002, pp. 213-224.

PARÁ, Secretaria de Estado de Integração Regional: **Atlas de Integração Regional do Estado do Pará**, Belém, 2010.

PARÁ: **Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Estado do Pará – Volume I**. Relatório Síntese. Governo do Estado do Pará (Diversas Secretarias)/BRENCORP, Belém, 2014.

PARÁ: **Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Estado do Pará – Volume II**. Relatório Síntese. Governo do Estado do Pará (Diversas Secretarias)/BRENCORP, Belém, 2014.

PESSIN, N; DE CONTO, S. M.; QUISSINI, C. S. **Diagnóstico preliminar da geração de resíduos sólidos em sete municípios de pequeno porte da região do Vale do Caí, RS**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE QUALIDADE AMBIENTAL. 2002, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2002.

PRESTES, Maria L. de Mesquita. **A pesquisa e a construção do conhecimento científico**. 2 ed. São Paulo: Rêspel, 2003.

SÁ, J. H. S. 1969. **Contribuição à geologia dos sedimentos Terciários e Quaternários da Região Bragantina**. Boletim Instituto de Geoc. Geologia. Rio de Janeiro, 3:21 – 36.

SILVA, E.S; SANTOS, P.P; COSTA, S. C. C; SILVA, L. S; MATOS, A. H. **Composição Florística e Parâmetros Fitossociológicos de uma área de floresta secundária em Castanhal**. CNPq/Museu Paraense Emílio Goeldi; Dep. Ciências Florestais; Belém-Pará. 2013.

SUREHMA/ GTZ. Manual de Avaliação de Impactos Ambientais (MAIA). Secretaria Especial do MeioAmbiente, Curitiba: 1992. 281 p.

STAMM, H.R. Método para avaliação de impacto ambiental (AIA) em projetos de grande porte: estudo de caso de uma usina termelétrica. 2003. 284f. Tese (Doutorado), Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis-SC.

VERGARA, Sylvia Constant: **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. Ed. 8º, Atlas, São Paulo, 2007.