

III-059 – CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES DA CIDADE DE MARABÁ, PA

Fagno Lopes da Silva⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental pela Universidade do Estado do Pará. Graduando em Direito pela Universidade Federal do Pará. Pós-graduando em Engenharia de Segurança do trabalho pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás.

Rodolfo Costa da Silva⁽²⁾

Engenheiro Ambiental pela Universidade do Estado do Pará.

Glauber Epifanio Loureiro⁽³⁾

Engenheiro Ambiental pela Universidade do Estado do Pará. Mestre em Engenharia Civil / Recursos Hídricos pela Universidade Federal do Pará. Doutorando em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia (PRODERNA/UFPA). Professor assistente I da Universidade do Estado do Pará.

Endereço⁽¹⁾: Rua Dois Irmãos, 36A – Rio Verde - Parauapebas - PA - CEP: 68515-000 - Brasil - Tel: (94) 9 9165-7986 – Tel: (94) 9 8161-7865 - e-mail: fagnolopes@hotmail.com

RESUMO

Caracterizar os diversos componentes dos resíduos sólidos urbanos subsidia a elaboração de planos de gestão, que abrangem a expansão de serviços de coleta regular, a viabilidade de implantação de usinas de coleta seletiva e compostagem. A caracterização física promove a identificação e quantificação dos resíduos sólidos e permite avaliar a geração de resíduos. Portanto, realizou-se este trabalho, visando contribuir para a elaboração de um futuro Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos do município. Em Marabá, cidade que é o principal polo socioeconômico da região Sul e Sudeste paraense, apresenta como destaques da economia local, a pecuária e a mineração e também problemas sociais e de gestão, como os relacionados à coleta de resíduos sólidos urbanos. Realizou-se o estudo prático em três fases, no período de 2012 a 2013, por meio de dois métodos, o socioeconômico e o quarteamento dos resíduos sólidos, com aplicação de formulários socioeconômicos em seis bairros distribuídos entre os três principais núcleos da cidade. Verificou-se por meio dos dados que a quantidade de resíduos gerados está relacionada com faixas etárias, uma vez que os resultados demonstram que quanto maior o número de pessoas entre 19 e 65 anos maior será a quantidade que contribui para a renda familiar e que a frequência diária de refeições está diretamente relacionada com a quantidade de resíduos gerados, ou seja, os bairros com maior número de pessoas que declararam fazer maior quantidade de refeições diariamente foram os que apresentaram maior participação na quantidade de resíduos gerados. A pesquisa demonstrou, também, que o bairro Folha 26 é o maior contribuinte na geração de resíduos sólidos dentre os pesquisados, sempre com valores acima de 25%, composição gravimétrica com a matéria orgânica sendo o constituinte de maior representatividade, com valores acima dos 50%, o teor de umidade para a matéria orgânica com uma média de 53,20% e valores de geração percapita igual a 0,726 kg.hab⁻¹.dia⁻¹ (primeira fase), 0,664 kg.hab⁻¹.dia⁻¹ (segunda fase) e 0,461 kg.hab⁻¹.dia⁻¹ (terceira fase), ou seja, valores inferiores às médias da região Norte e nacional. Entretanto, deve-se ressaltar que estas médias estão baseadas em pesquisas realizadas para capitais e cidades com populações superiores a 500 mil habitantes, fato que foge à realidade de Marabá. Logo, constata-se que os resultados para gravimetria são representativos, levando-se em consideração as pesquisas realizadas na bibliografia.

PALAVRAS-CHAVE: Composição gravimétrica, Teor de umidade, Gerenciamento de resíduos.

INTRODUÇÃO

O Brasil passou por diversas transformações estruturais durante o século XX, como exemplos, temos o crescimento populacional nas cidades, a urbanização, a metropolização, a industrialização, o aumento da produção de materiais descartáveis e a mudança nos hábitos de consumo.

Esses fatores colaboram diretamente para a geração de resíduos sólidos, assunto em pauta em todo o território nacional nos últimos anos, sendo a destinação inadequada dos resíduos sólidos um dos maiores problemas

contemporâneos e que, segundo Vieira e Berríos (2003), é um dos principais motivos da degradação de ordem ambiental e social das cidades.

O transporte e a disposição final dos resíduos sólidos para áreas de tratamento são ações do serviço público de grande importância e viabilidade para a população, pois impedem a proliferação de agentes transmissores de doenças que vão à busca de alimentos nesses resíduos, além de proteger o solo e as reservas hídricas subterrâneas que podem ser poluídos através do chorume produzido.

Entretanto, a produção e o consumo de bens com ciclo de vida cada vez menor trazem consigo agravantes para essa questão, sobretudo, de materiais descartáveis, os quais vêm contribuindo para a diminuição da vida útil dos aterros sanitários e para poluição gerada pela disposição indevida.

De acordo com Dias (2012), o acelerado consumo e descarte têm gerado um justificado temor sobre um futuro com enormes montanhas do chamado “lixo branco”, ou seja, polímeros com média ou baixa reciclabilidade, basicamente porque o custo de sua recuperação ainda é superior à obtenção da matéria-prima virgem.

Em Marabá, cidade que é o principal polo socioeconômico da região Sul e Sudeste paraense (BRASIL, 2010), apresenta como destaques da economia local, a pecuária que tem uma forte expressão regional e nacional, exportando carne bovina para dentro e fora do país, e a mineração, pois o polo sidero-metalúrgico de Marabá tem abrangência mundial e exporta ferro gusa e aço para Estados Unidos, Japão e China (PADILHA, 2012). O ferro gusa produzido no polo siderúrgico de Marabá envolve uma cadeia produtiva gigantesca, que gera milhares de empregos, sendo que a última estimativa foi de aproximadamente 35 mil (SINDIFERPA, 2008). Entretanto, apresenta também problemas sociais e de gestão, entre estes, está o serviço de saneamento público, em destaque, a coleta de resíduos sólidos urbanos. Dentre todos os tipos de resíduos, os sólidos domiciliares merecem maior atenção, uma vez que representam uma parcela significativa dentre todos os resíduos gerados, e quando mal gerenciados, tornam-se um problema sanitário, ambiental, social e econômico.

O Município de Marabá apresenta uma carência de 26,08% na coleta de resíduos urbanos na área urbana e 15,79% na área rural (MARABÁ, 2009), isso demonstra o quanto ainda tem que melhorar o serviço no município.

Com a aprovação do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que estabeleceu prazos ou limites temporais para algumas ações tais como a eliminação de lixões e a consequente disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos até 2014 (Lei 12.305/2010), os municípios estão obrigados a resolver esta questão, e para isso há necessidade de formulação de um plano de gestão para o manuseio adequado dos seus resíduos sólidos urbanos. A elaboração dos planos municipais de resíduos sólidos é condição necessária para o Distrito Federal e os municípios terem acesso aos recursos da União, destinados à limpeza urbana e ao manejo dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

Assim sendo, o Plano de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos municipais (PGRS) é imprescindível para a obtenção e manutenção da boa qualidade de vida das comunidades. Logo, técnicas de tratamento, eliminação e valorização das frações recicláveis contidas nos resíduos urbanos, além da educação ambiental como demarcação e suporte a todas as ações a serem implementadas, são instrumentos eficientes nesta gestão. Portanto, gerenciar os resíduos é o instrumento de gestão mais eficiente que as prefeituras Municipais, órgãos responsáveis pela destinação dos resíduos sólidos do município, possuem para atenuar os impactos advindos deste passivo.

Desta forma, dentre as etapas para a elaboração do PGRS há a caracterização dos resíduos, que pode ser de forma física, química e biológica. Caracterizar os diversos componentes dos resíduos sólidos urbanos subsidia a elaboração de planos de gestão que abrangem a expansão de serviços de coleta regular, a viabilidade de implantação de usinas de coleta seletiva e compostagem, além de especificação de equipamentos, escolha do tipo de tratamento mais adequado para cada tipo de material e definição de sistemas de eliminação.

A caracterização física promove a identificação e quantificação dos resíduos sólidos e permite avaliar a geração de resíduos e assim, selecionar equipamentos específicos, conceber rotas de coleta, elaborar programas de recuperação de materiais e obter indicadores. Permite, também, identificar os materiais que

podem ser desviados do fluxo de resíduos, as oportunidades de reuso e reciclagem, e as especificações dos compradores de materiais recuperados.

As variações nas características físicas dos resíduos gerados podem ser acarretadas por vários fatores, tais como as atividades produtivas predominantes no município, o nível de interesse e a participação dos moradores em programas de coleta seletiva, caso este ocorra na cidade, e em ações governamentais através da educação ambiental que objetivem a conscientização da população quanto à redução da geração de resíduos, os costumes e rotinas presentes em cada moradia, dentre outras.

Portanto, o presente trabalho pretende contribuir para produção de dados que relacionem a geração de resíduos sólidos com as características socioeconômicas da população e principalmente a caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares da cidade de Marabá - PA, com intuito de subsidiar um futuro plano de gerenciamento de resíduos sólidos (PGRS) da cidade, pois estes dados são consideradas informações básicas para que possam ser realizados dimensionamentos eficientes de frota de veículos de coleta de resíduos, de células de armazenamento de materiais, tempo de coleta dos resíduos, vida útil do aterro sanitário ou controlado, entre outros.

Logo, esta pesquisa possui uma relevante importância para a cidade, tendo em vista que a mesma não possui ainda um PGRS e anseia por um melhor tratamento dos seus resíduos e, consequentemente, melhores condições sanitárias e ambientais.

MATERIAIS E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

O núcleo que deu origem à cidade de Marabá, hoje conhecido como Marabá Pioneira, surgiu em 1897 com a chegada do maranhense Francisco Coelho da Silva à região. Francisco pensava em enriquecer com o comércio do caucho (*Castilla ulei*), árvore com mais de 35 metros, utilizada na produção de celulose e látex para borracha. Ele chamou de Marabá sua nova residência, mesmo nome da sua antiga casa de comércio em Grajaú - MA. Em um curto espaço de tempo, formou-se ao redor de sua casa, um pequeno arraial, ponto obrigatório dos “caucheiros” que transitavam pelos rios Itacaiúnas e Tocantins.

De acordo com Silva (2006), a história de Marabá-PA iniciou-se em fins do século XIX, sendo marcada por contínuos movimentos migratórios, a partir de diversas frentes de ocupação da região e/ou deslocamento de mão de obra em função do que se convencionou denominar “ciclos econômicos”. Por isso, também marca sua trajetória a migração sazonal e a presença de população flutuante.

Na atualidade, Marabá é um grande entroncamento logístico, conectada ao território nacional por cinco rodovias, por via aérea, ferroviária e fluvial. Possui uma população de 243.583 habitantes, conforme a estimativa do IBGE (2012), sendo o quarto polo mais populoso do Pará. A área territorial é de 15.128,416 m² com uma densidade demográfica igual a 15,45 hab.m⁻², apresentou o 4º maior PIB do estado em 2010 com R\$ 3.601.647,000. Tem um IDH de 0,714 e apresentou no ano de 2010, uma renda per capita de R\$ 15.427,00 (PNUD, 2010).

Marabá está situada no Sudeste do estado Pará com coordenadas UTM 9.406.959,977 N e 708.069,761 E, a 485 km da capital Belém. Possui um clima quente e úmido com uma temperatura média anual de 28 °C. Limita-se com os municípios de São Domingos do Araguaia, São João do Araguaia, Parauapebas, Curionópolis, Eldorado dos Carajás, Itupiranga e Novo Repartimento (BRASIL, 2009). Na figura 1, tem-se a localização geográfica do município de Marabá em escala estadual.

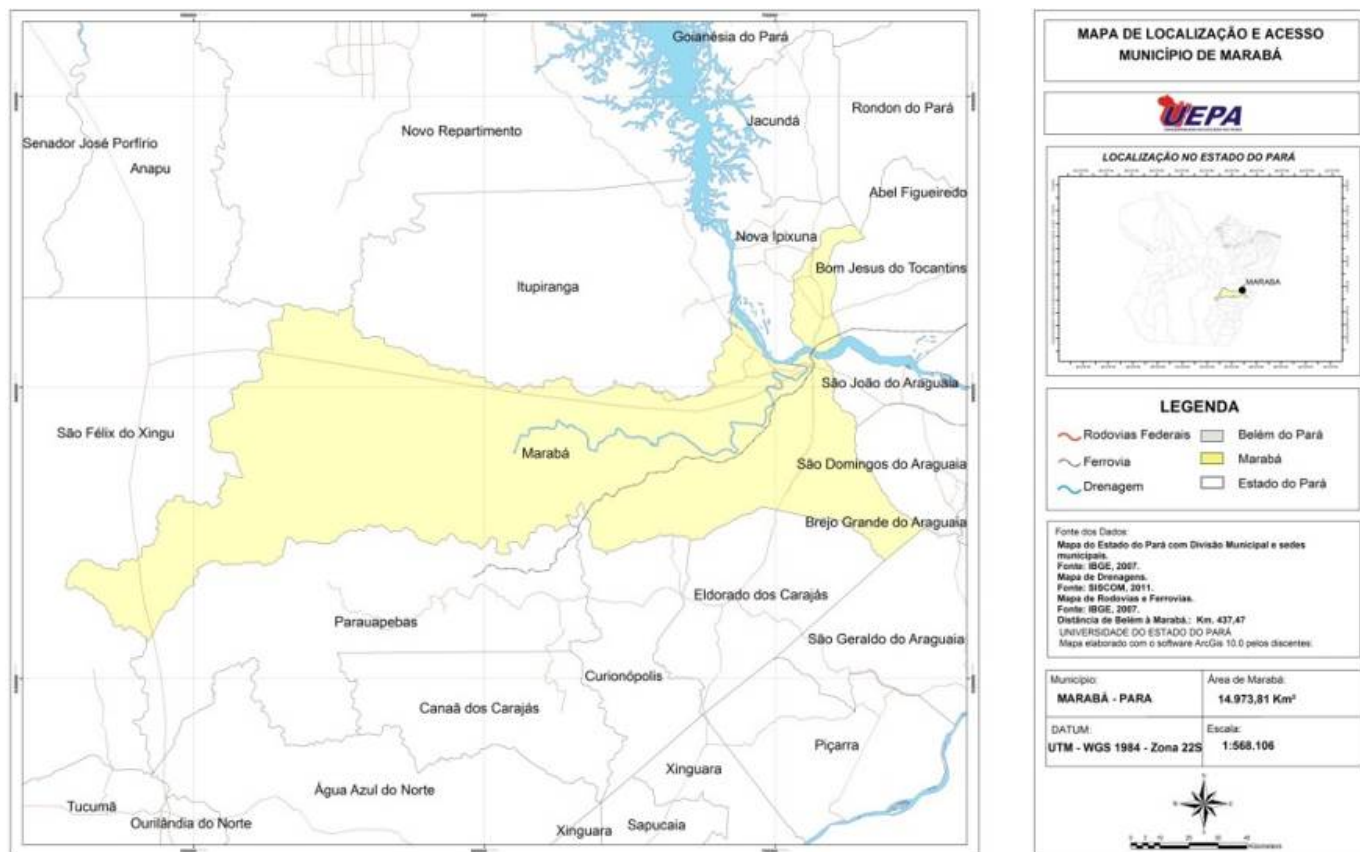


Figura 1: Localização geográfica do município de Marabá no estado do Pará.

Fonte: Autor.

LEVANTAMENTO DE DADOS

Este trabalho foi desenvolvido por meio de pesquisa de campo, objetivando-se resultados quantitativos por meio de uma amostra de bairros que representasse a cidade de Marabá. Portanto, foram escolhidos seis bairros divididos nos três principais núcleos da cidade, Folhas 33 e 26 no núcleo Nova Marabá, Bairros Liberdade e Novo Horizonte no núcleo Cidade Nova e bairros Santa Rosa e Centro no núcleo Marabá Pioneira.

Alguns destes bairros são habitados, quase que predominantemente, por pessoas com poder aquisitivo mais elevado, é o caso da Folha 26 e o bairro Novo Horizonte. Em contrapartida, há casos em que há predominância de pessoas carentes, como a Folha 33 e o bairro Santa Rosa. Por conseguinte, há localidades onde existe uma homogeneidade das classes econômicas, são os bairros Liberdade e Centro.

Optou-se por extrair os dados de forma individual para cada bairro, devido à existência de alguns fatores socioeconômicos que hipoteticamente influenciariam diretamente nos resultados de alguns parâmetros estudados, fato este que é um dos objetivos de estudo desta pesquisa.

Segundo Zanta e Ferreira (2003), “as características dos resíduos sólidos podem variar 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”.

Logo, este estudo além de permitir, por meio de um perfil socioeconômico e cultural da região, a relação deste com a caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares da cidade, admite aprofundar-se nas características específicas dos resíduos gerados pela população de cada bairro de forma estratificada.

Na figura 2, estão localizados os núcleos Cidade Nova, Nova Marabá e Marabá Pioneira, dos quais foram escolhidos os bairros utilizados como amostra representativa para a cidade de Marabá. Em seguida, nas figuras 3, 4 e 5, estão localizados os bairros pesquisados dentro de seus respectivos núcleos.

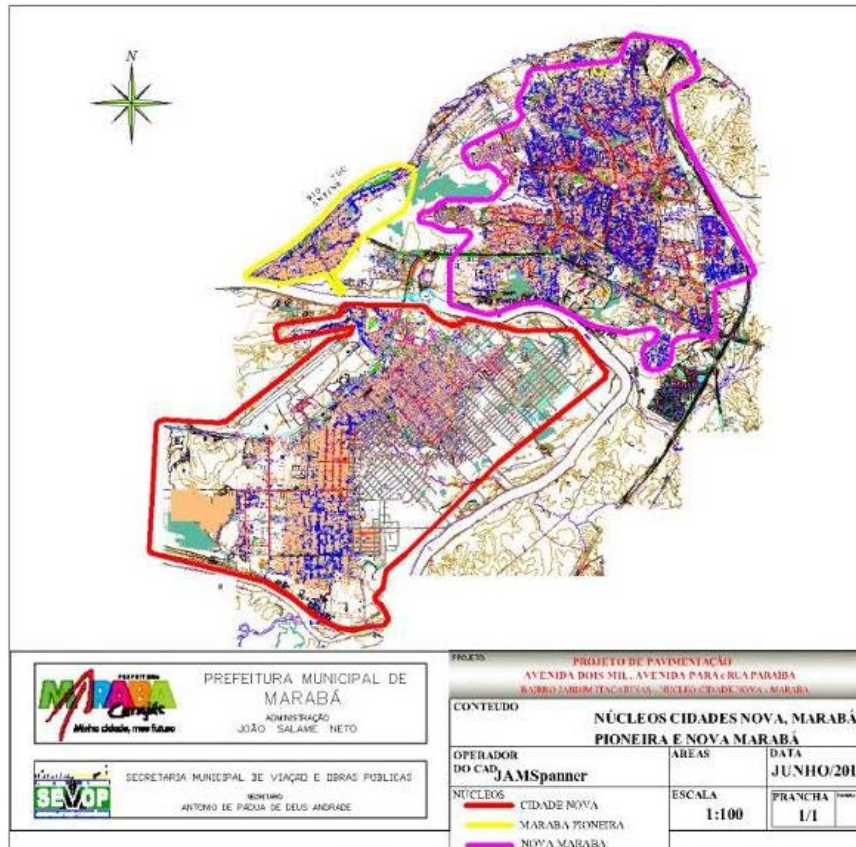


Figura 2: Mapa de localização dos núcleos da cidade de Marabá.

Fonte: Adaptada da Secretaria Municipal de Viação e Obras Públicas de Marabá.

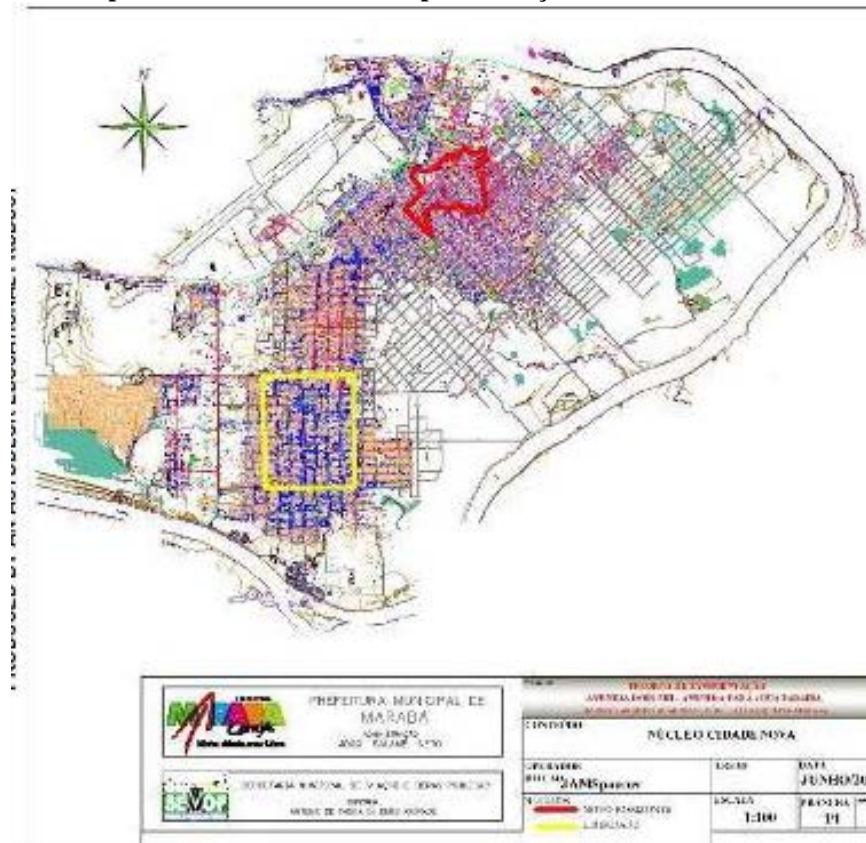


Figura 3: Mapa de localização dos bairros Novo Horizonte e Liberdade no núcleo Cidade Nova.

Fonte: Adaptada da Secretaria Municipal de Viação e Obras Públicas de Marabá.

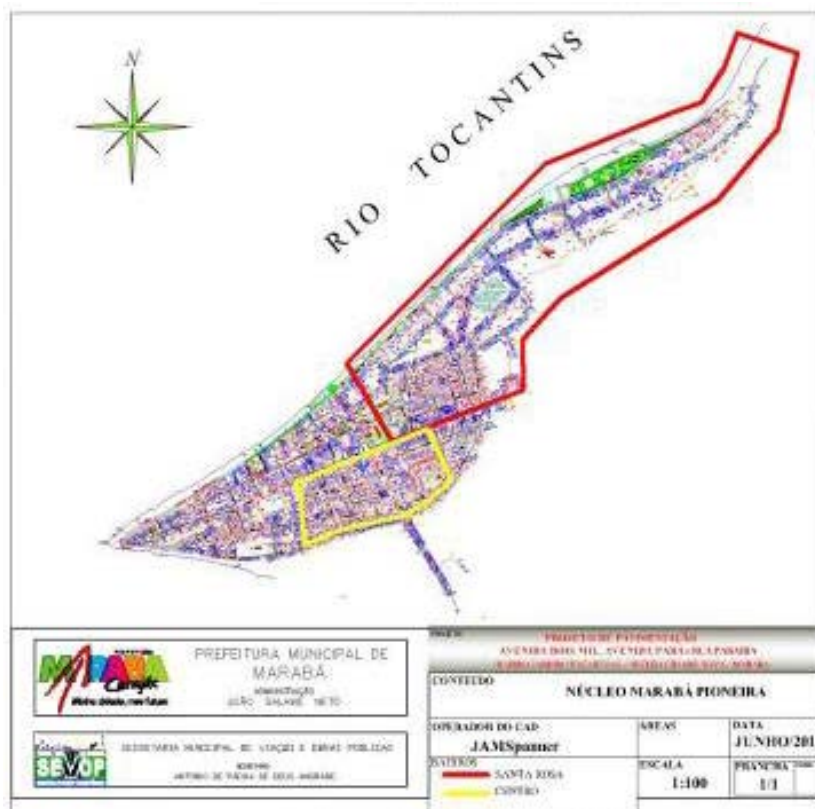


Figura 4: Mapa de localização dos bairros Santa Rosa e Centro no núcleo Marabá Pioneira.
Fonte: Adaptada da Secretaria Municipal de Viação e Obras Públicas de Marabá.

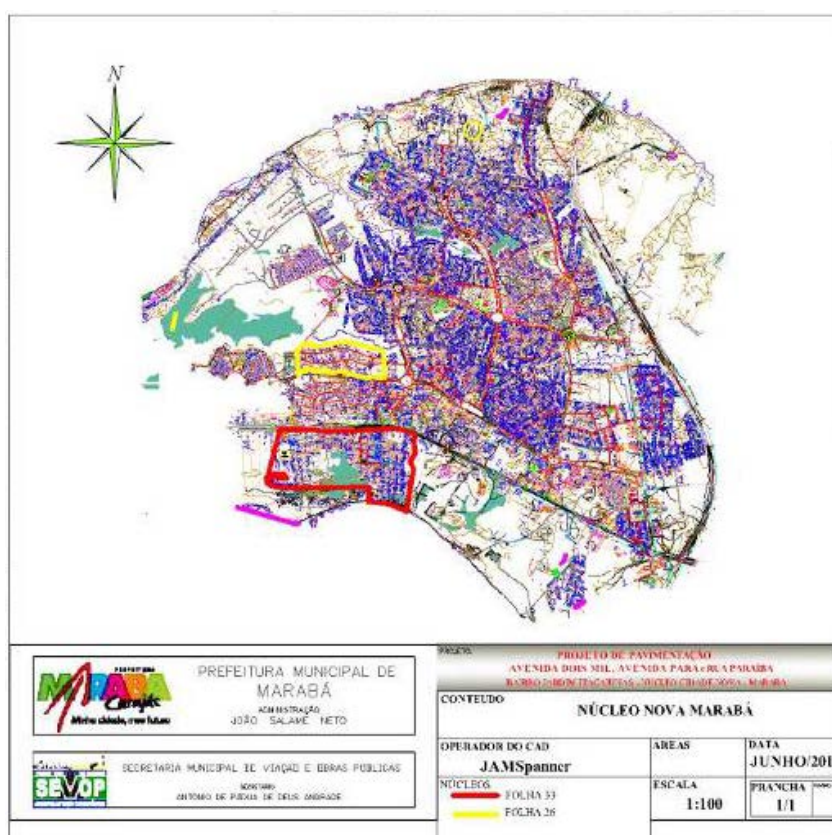


Figura 5: Mapa de localização dos bairros Folha 26 e Folha 33 no núcleo Nova Marabá.
Fonte: Adaptada da Secretaria Municipal de Viação e Obras Públicas de Marabá.

MÉTODOS EMPREGADOS

O estudo prático deu-se por meio de dois métodos, o socioeconômico e o quarteamento dos resíduos sólidos, dividido em três fases. Na primeira, o estudo foi realizado nos dias 28 a 31 de março de 2012, em todos os bairros estudados, ao mesmo tempo; na segunda, os bairros foram divididos em dois grupos de três, o primeiro nos dias 14 a 18 de maio de 2013 e o segundo nos dias 27 a 31 de maio de 2013; e na terceira fase, seguiu-se a divisão estabelecida na fase anterior, sendo realizadas nos dias 05 a 10 de agosto de 2013 e nos dias 19 a 24 de agosto de 2013.

Na figura 6 estão apresentadas as três fases da pesquisa, compostas pelo preenchimento dos formulários e recolhimento dos resíduos e, posteriormente, o processo de caracterização física dos resíduos sólidos.

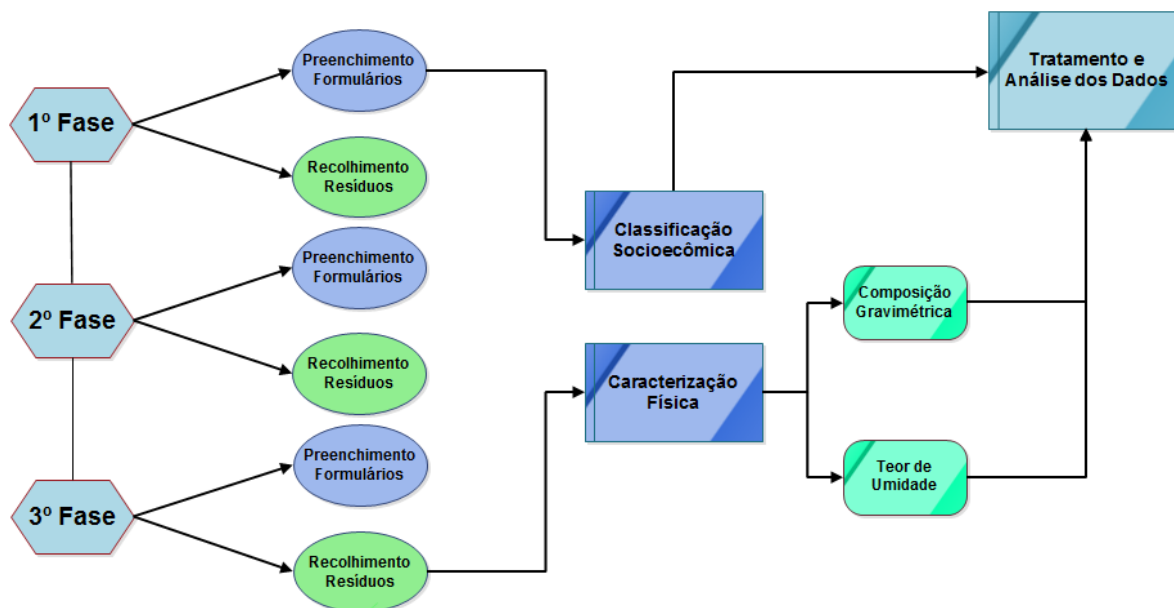


Figura 6: Representação das etapas desenvolvidas durante as fases de entrega dos formulários e recolhimento dos resíduos.

Fonte: Autor.

A pesquisa foi realizada no período de dois anos, março de 2012 e maio e agosto de 2013, tendo como propósito a diminuição dos erros estatísticos e saber se há relação entre as características físicas dos resíduos sólidos com a época do ano (períodos chuvosos e de estiagem).

ENTREGA DOS FORMULÁRIOS

Nesta etapa foram empregados os seguintes materiais:

- 01 Caminhonete L200;
- 05 Pares de luvas de borracha;
- 180 (x3) Questionários socioeconômico;
- 05 Máscaras cirúrgicas; e
- 01 Aparelho de sistema de posicionamento global (GPS) map 62s da marca Garmin.

Para a realização da primeira etapa da caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares da cidade de Marabá-PA utilizou-se o método da divisão socioeconômica, o qual decorreu do processo de aplicação de um questionário socioeconômico no dia 28 de março de 2012, referente à primeira fase; nos dias 14 e 27 de maio de 2013, referentes à segunda; e nos dias 05 e 19 de agosto de 2013, referentes à terceira, nos bairros mencionados anteriormente.

O método deu-se da seguinte maneira: distribuiu-se 30 cópias do questionário (Apêndice A) para cada bairro, totalizando 540 unidades (Durante as três fases), nos quais constavam perguntas relacionadas à renda familiar, à quantidade de pessoas residentes na casa, ao sexo, à idade, frequência diária de refeições, e endereço. Ao mesmo tempo pedia-se aos moradores das determinadas residências que armazenassem seus resíduos para que

após um dia pudesse ser feita a coleta e, em seguida, analisá-los no aterro controlado da cidade. Simultaneamente à entrega dos formulários, eram marcados os pontos das ruas com o GPS para que pudessem ser elaboradas as figuras 3, 4 e 5, referentes à localização da área de estudo.

COLETA DOS RESÍDUOS

A coleta dos resíduos iniciou-se após o intervalo de um dia à entrega dos questionários, em cada etapa, sempre às 08h00min, utilizando uma caminhonete fornecida pela Fundação Casa da Cultura de Marabá (FCCM). Os resíduos de cada bairro eram acomodados no veículo de forma que não pudessem misturar-se, para que posteriormente fossem coletados dados individuais dos bairros, e para isso utilizou-se uma lona como divisória.

Em seguida, os materiais foram encaminhados para o aterro controlado de Marabá, onde os mesmos eram dispostos em uma área reservada para a realização dos trabalhos.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS RESÍDUOS

No processo de caracterização dos resíduos, foram utilizados os seguintes materiais:

- 01 Latão de 100 litros;
- 01 Balança da marca Dayhome com precisão de 0,100 kg e capacidade para 150 kg;
- 01 Balança da marca Hidromel com precisão de 0,025 kg e capacidade para 5 kg;
- 01 Balança analítica da marca Shimadzu, modelo AY220 com precisão de 0,00001 kg e capacidade para 0,22 kg;
- 02 Lonas pretas 4m x 8m;
- 01 Pá;
- 01 Câmera digital da marca Nikon;
- 01 Estufa da marca Nova Ética;
- 05 Pares de luvas de borracha;
- 05 Máscaras cirúrgicas.

Na segunda etapa do processo, utilizou-se o método do quarteamento, que de acordo com a Norma Regulamentadora Brasileira - NBR 10007 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (2004, p. 1), é o processo de divisão em quatro partes iguais de uma amostra pré-homogeneizada, sendo tomadas duas partes opostas entre si para constituir uma nova amostra e descartadas as partes restantes. As partes não descartadas são misturadas totalmente e o processo de quarteamento é repetido até que se obtenha o volume desejado.

Este método tem como objetivo a obtenção de uma amostra homogênea, que de acordo com a NBR 10007 (2004, p. 1), é uma “amostra obtida pela melhor mistura possível das alíquotas dos resíduos”, a qual deve ser feita de modo que a amostra resultante apresente características semelhantes em todos os seus pontos.

Assim, os procedimentos consistiram na pesagem dos resíduos, descontando-se o peso referente ao latão utilizado para armazená-los durante cada pesagem. Em seguida, o material foi dividido em quatro partes e logo após, descartou-se dois quartos, como mostra a figura 7. Este processo foi repetido mais duas vezes, até que se obteve a amostra final, que foi pesada novamente e seguiu-se para o procedimento de triagem dos resíduos. Optou-se por fazer este processo individualmente para cada bairro, tendo como propósito a obtenção de dados por bairro, para posteriormente utiliza-los como amostra que representasse toda a cidade de Marabá.

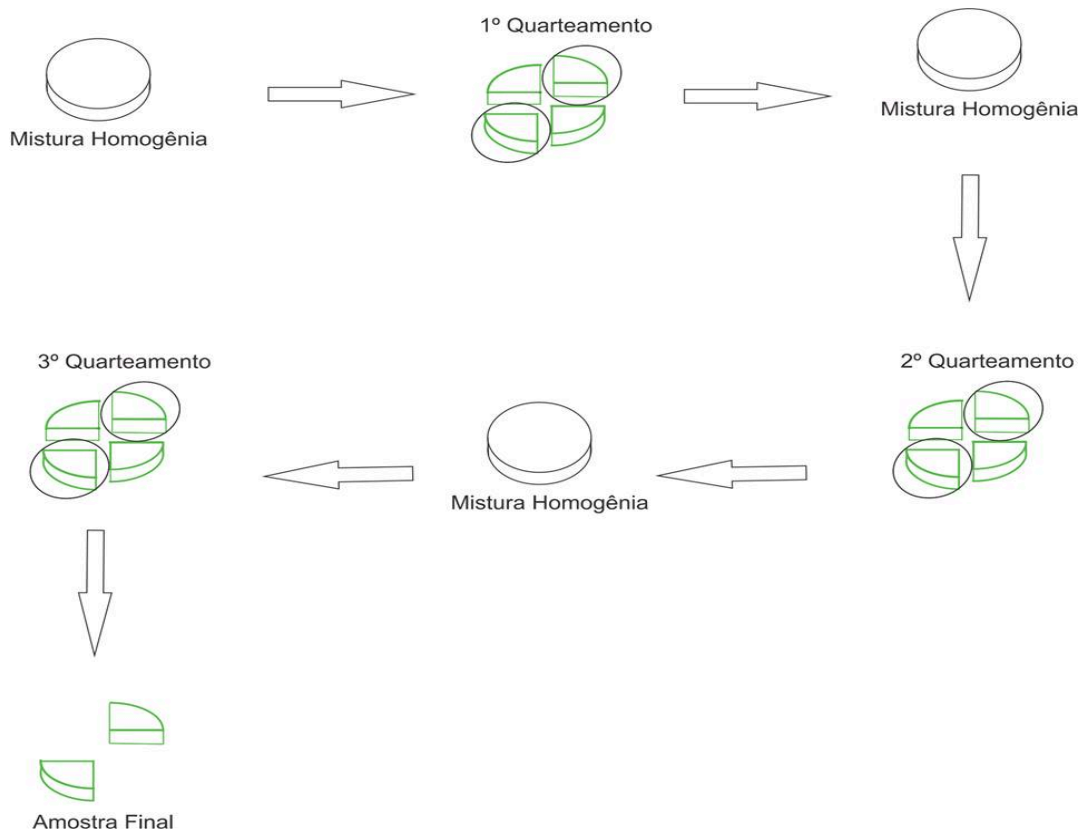


Figura 7: Método do quartejamento conforme descrito na NBR 10007 de 2004.

Fonte: Autor.

Por meio dos valores resultantes das pesagens dos materiais antes da aplicação do método do quartejamento, foi possível determinar a contribuição de resíduo por cada bairro, utilizando a equação 1.

$$Grb = \frac{q \times 100}{\sum C} \quad \text{equação (1)}$$

Onde:

Grb = geração por bairro;

q = quantidade de resíduo por bairro em kg;

C = quantidade de casas onde foram recolhidos os resíduos de cada bairro;

$\sum \frac{q}{C}$ = somatória da quantidade de resíduo por bairro pela quantidade de casas onde foram recolhidos os resíduos de cada bairro.

A geração *per capita*, por bairro, foi calculada por meio da razão entre a quantidade de resíduo em kg, gerada em um dia por cada bairro, pela quantidade de pessoas amostrada no respectivo bairro. Enquanto que a geração *per capita* da cidade de Marabá é resultado da quantidade total de resíduo coletada em todos os bairros, dividida pelo total da soma de todas as pessoas das amostras, conforme demonstrada na equação 2.

$$\text{Geração Per Capta (Kg. hab}^{-1} \times \text{dia}^{-1}) = \frac{Pr}{QP} \quad \text{equação (2)}$$

Onde:

Pr = peso dos resíduos (kg);

QP = quantidade de pessoas.

DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS

Após a execução do método descrito na figura 7, utilizou-se a amostra final para a determinação da composição gravimétrica dos materiais, que foi pesada em uma balança da marca Nikon e, logo após,

fragmentada em matéria orgânica, papel, plástico, vidro, metal e outros. Posterior ao processo de fragmentação, os constituintes dos resíduos foram pesados, separadamente, em uma balança da marca Hidromel, para que, por meio da equação 3 pudessem ser definidos os percentuais de cada um em relação ao peso total da amostra após o quarteamento.

$$PG (\%) = \frac{PC}{Pt} \times 100 \quad \text{equação (3)}$$

Onde:

PG = percentual gravimétrico;

PC = peso de cada componente dos resíduos (kg);

Pt = peso total da amostra resultante do quarteamento (kg).

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE DOS RESÍDUOS

Após a determinação dos percentuais gravimétricos, realizou-se o procedimento de quarteamento mais uma vez para cada constituinte dos resíduos de cada bairro separadamente, com a finalidade de obterem-se amostras pequenas para a determinação dos teores de umidade dos materiais. Estas amostras deveriam ser pequenas suficientes para que pudessem ser acomodadas juntas dentro da estufa.

Em seguida, transportaram-se, imediatamente, as amostras para o laboratório de engenharia ambiental da Universidade do Estado do Pará (UEPA), para que estas não sofressem processo de perda de umidade, onde as mesmas foram pesadas em uma balança analítica da marca *Shimadzu*, modelo AY220, e colocadas na estufa a uma temperatura constante de 105 °C. Os materiais eram pesados a cada intervalo de 12 horas até que a perda de umidade se estabilizasse. Com posse dos dados, realizou-se os cálculos para o teor de umidade por meio da equação 4.

$$\text{Teor de Umidade (\%)} = \frac{Pi - Pf}{100} \quad \text{equação (4)}$$

Onde:

Pi = peso inicial dos resíduos (kg);

Pf = peso final dos resíduos (kg).

DETERMINAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO SOCIOECONÔMICA

Para determinar a classificação socioeconômica nos bairros pesquisados, utilizou-se o Critério de Classificação Econômica Brasil (CCEB), um instrumento de segmentação econômica da Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa – ABEP (2012) que utiliza o levantamento de características domiciliares (presença e quantidade de alguns itens domiciliares de conforto e grau de escolaridade do chefe de família) para diferenciar a população.

O critério atribui pontos em função de cada característica domiciliar e realiza a soma destes pontos. É feita então uma correspondência entre faixas de pontuação do critério e estratos de classificação econômica, definidos de acordo com a tabela 1.

Tabela 1: Classificação Socioeconômica.

Classe	Renda Média Familiar (R\$)
A1	> 8.419,00
A2	4.419,00 a 8.418,00
B1	2.566,00 a 4.418,00
B2	1.542,00 a 2.565,00
C1	1.025,00 a 1.541,00
C2	715,00 a 1.024,00
D	478,00 a 714,00
E	< 477,00

Fonte: Adaptada da ABEP (2012).

TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS

Para a elaboração dos componentes figurativos usados nas representações gráficas presentes neste trabalho, utilizaram-se os seguintes softwares:

- Microsoft Office Excel 2010;
- CorelDraw X5 Corel Corporation;
- ArcGis 10.0 ArcInfo;
- AutoCAD 2013 versão G.55.0.0 Autodesk;
- Edraw Max 7.2 Edraw.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como resultado das três fases, realizadas no mês de maio de 2012 e meses de maio e agosto de 2013, coletou-se um total de 1.130,200 kg de resíduos sólidos, que posteriormente foram quarteados para obtenção das amostras. Assim, com as informações obtidas por meio do questionário socioeconômico e da triagem dos resíduos, alcançaram-se os resultados que serão discutidos nos itens subsequentes.

CLASSIFICAÇÃO SOCIOECONÔMICA

As amostras usadas para realização do trabalho de caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares da cidade de Marabá foram retiradas, aleatoriamente, dos bairros Liberdade, Novo Horizonte, Folha 26, Folha 33, Santa Rosa e Centro.

Ao utilizar o questionário socioeconômico aplicado nas residências, e como parâmetros os dados de classificação socioeconômica do CCEB, puderam-se alcançar os seguintes resultados, em percentuais, de estratificação socioeconômica demonstrados nas Tabelas 2, 3 e 4 referentes à 1ª, 2ª e 3ª fases, respectivamente.

Tabela 2: Percentuais de pessoas por classe, de acordo com a classificação socioeconômica dos bairros amostrados na 1ª fase.

Classificação Socioeconômica – 1ª Fase (%)						
Classe	N. Horizonte	Liberdade	Centro	Santa Rosa	Folha 26	Folha 33
A1	7,69	0,00	0,00	4,55	0,00	0,00
A2	11,54	0,00	0,00	0,00	8,70	5,56
B1	15,38	0,00	0,00	4,55	13,04	5,56
B2	15,38	20,00	14,29	13,63	4,35	5,56
C1	7,69	36,00	25,00	9,09	0,00	11,11
C2	11,54	8,00	3,57	9,09	4,35	11,11
D	3,86	16,00	32,14	40,91	8,70	44,43
E	0,00	0,00	10,71	4,55	0,00	5,56
NDR ¹	26,92	20,00	14,29	13,63	60,86	11,11

Fonte: Autor.

Verificou-se por meio da tabela 2 que o bairro Liberdade apresentou maior percentual de pessoas pertencentes à classe C1, com 36% da amostra pesquisada, enquanto que os bairros Centro, Santa Rosa e Folha 33 obtiveram percentuais superiores na classe D, com valores de 32,14%, 40,91% e 44,43% respectivamente. Já nos bairros Novo Horizonte e Folha 26 verificaram-se percentuais de 26,92% e 60,86% de famílias que optaram por não declarar suas rendas, no entanto, apresentaram maiores números de residências pertencentes às classes B1 e B2 para o Novo Horizonte e B1 para a Folha 26.

¹ Não Declarou Renda.

Tabela 3: Percentuais de pessoas por classe, de acordo com a classificação socioeconômica dos bairros amostrados na 2ª fase.

Classificação Socioeconômica – 2ª Fase (%)						
Classes	N. Horizonte	Liberdade	Centro	Santa Rosa	Folha 26	Folha 33
A1	3,85	0,00	6,67	0,00	4,35	0,00
A2	23,08	0,00	6,67	3,33	21,74	11,53
B1	7,69	9,09	33,32	3,33	8,70	3,85
B2	26,92	9,09	6,67	3,33	4,35	23,08
C1	3,85	22,73	13,33	16,68	13,03	30,77
C2	0,00	4,55	20,00	10,00	4,35	3,85
D	7,69	27,27	6,67	36,67	0,00	15,38
E	0,00	9,09	0,00	13,33	0,00	3,85
N D R	26,92	18,18	6,67	13,33	43,48	7,69

Fonte: Autor.

A classificação socioeconômica referente à segunda fase da pesquisa demonstrou que 27,27% e 36,67% dos moradores dos bairros Liberdade e Santa Rosa declararam rendas que os classificam como pertencentes à classe D, enquanto que Novo Horizonte, Centro, Folha 26 e Folha 33 obtiveram maiores percentuais referentes às classes B2, B1, A2 e C1, respectivamente, considerando as residências que declaram renda, tendo em vista que, novamente, os bairros Novo Horizonte e Folha 26 apresentaram como maiores porcentagens pessoas que optaram por não declarar renda.

Tabela 4: Percentuais de pessoas por classe, de acordo com a classificação socioeconômica dos bairros amostrados na 3ª fase.

Classificação Socioeconômica – 3ª Fase (%)						
Classes	N. Horizonte	Liberdade	Centro	Santa Rosa	Folha 26	Folha 33
A1	0,00	0,00	0,00	0,00	16,67	0,00
A2	20,00	8,70	4,35	0,00	0,00	0,00
B1	25,00	8,70	17,39	4,17	0,00	13,64
B2	25,00	17,39	21,74	8,33	8,33	22,73
C1	5,00	13,04	13,04	12,50	8,33	4,55
C2	0,00	4,35	17,39	8,33	0,00	13,64
D	5,00	26,09	4,35	29,17	0,00	9,09
E	0,00	4,35	0,00	0,00	0,00	0,00
N D R	20,00	17,39	21,74	37,50	66,67	36,35

Fonte: Autor.

Os resultados da classificação socioeconômica obtidos na terceira fase evidenciaram que 25% dos habitantes do bairro Novo Horizonte afirmaram renda que os classificam como pertencentes à classe B1 e outros 25% da população deste mesmo bairro se enquadrariam na classe B2, assim como 21,74% e 22,73% dos moradores dos bairros Centro e Folha 33. Nos bairros Liberdade e Santa Rosa a classe D obteve maior número de pessoas que declararam renda condizente com esta classificação, respectivamente 26,09% e 29,17%. Por conseguinte, o bairro Folha 26 apresentou um percentual de 16,67% de pessoas que afirmaram possuir renda que as classificam como pertencentes à classe A1, contudo, novamente, neste bairro a maioria da população escolheu por não declarar renda familiar.

Assim, observou-se durante a entrega dos formulários, que a maioria dos moradores dos bairros Novo Horizonte e Folha 26 ostentava um poder econômico mais elevado, devido suas casas apresentarem melhor estrutura física. Portanto, pode-se explicar o resultado obtido devido uma porcentagem grande de pessoas não

ter declarado suas rendas por receio de violência ou mesmo pela equipe ser atendida por empregados que não tinham conhecimento das rendas de seus patrões.

FAIXA ETÁRIA

Em todos os bairros estudados, durante todas as fases, constatou-se a existência de valores acima de 50% de pessoas com faixa etária entre 19 a 65 anos, exceto no bairro Liberdade durante a segunda fase, sendo estas pertencentes à população economicamente ativa do Brasil, como mostra as figuras 8, 9 e 10.

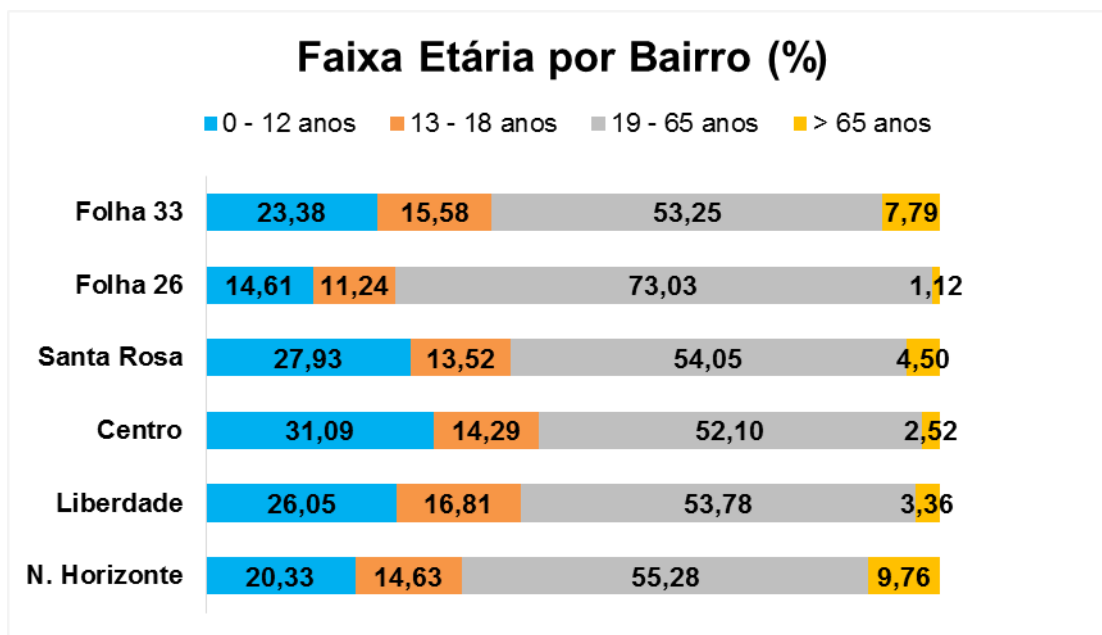


Figura 8: Percentuais de pessoas por faixa etárias, referentes à 1ª fase da pesquisa.
Fonte: Autor.

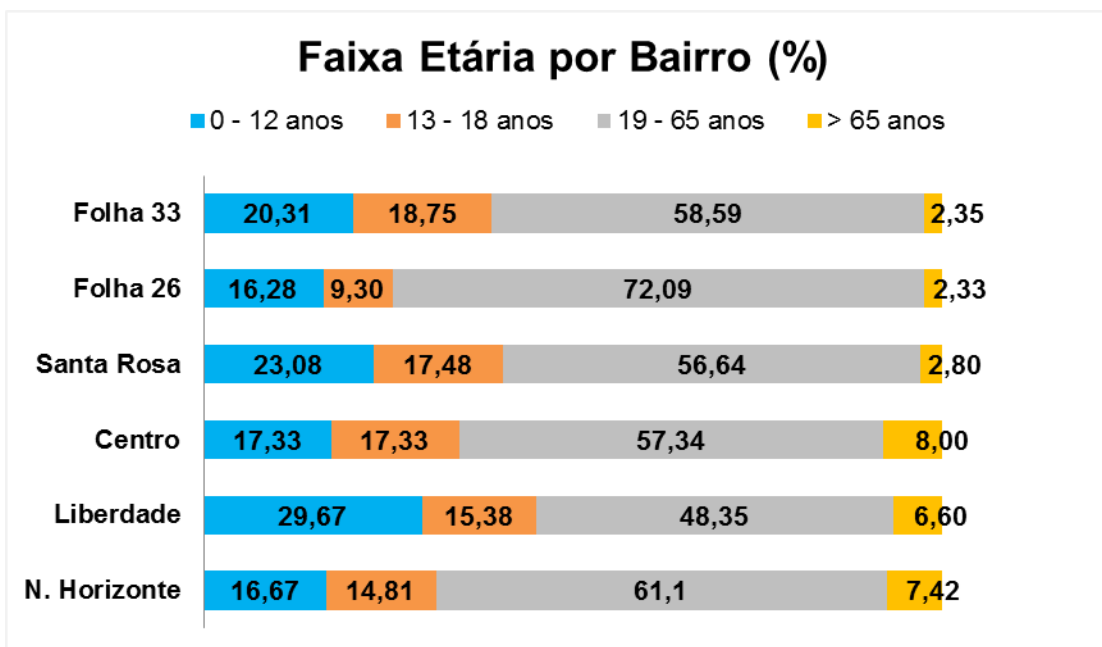


Figura 9: Percentuais de pessoas por faixa etárias, referentes à 2ª fase da pesquisa.
Fonte: Autor.

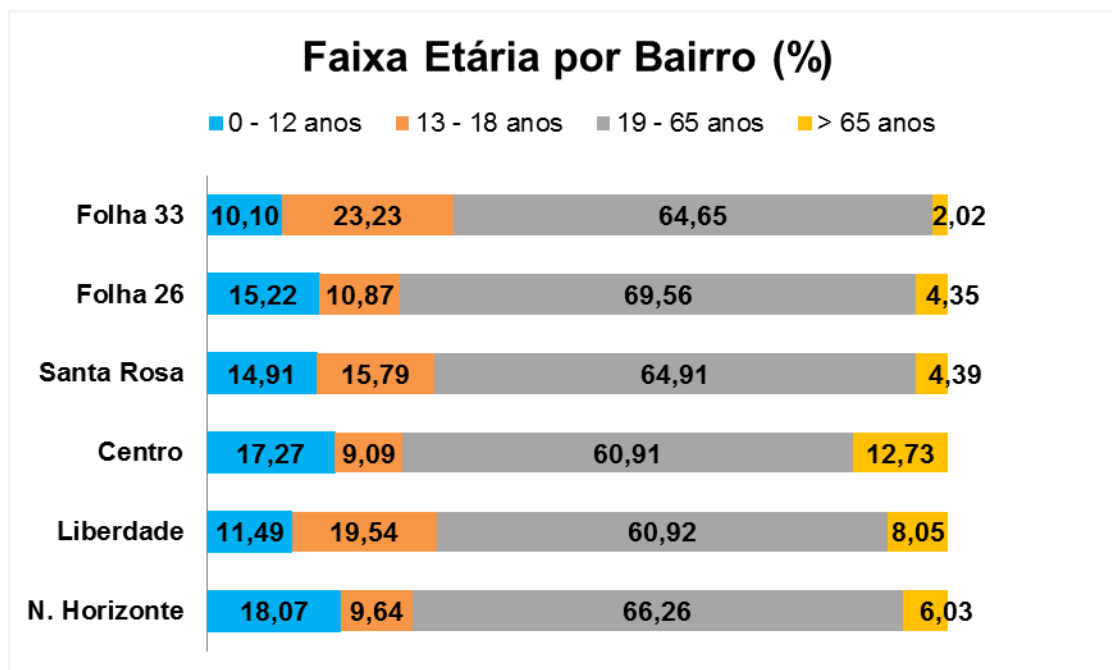


Figura 10: Percentuais de pessoas por faixa etária, referentes à 3ª fase da pesquisa.

Fonte: Autor.

No entanto, os bairros Novo Horizonte e Folha 26 demonstraram haver menor quantidade de crianças e jovens em relação aos demais bairros estudados, o que significa um aumento nas médias das idades daqueles primeiros, podendo influenciar diretamente na geração de resíduos, uma vez que quanto maior o número de adultos, a tendência é o aumento da renda familiar, característica esta pertencente às classes socioeconômicas mais elevadas.

Este fenômeno é discutido por Rocha (2005), em que o autor afirma que as famílias com menores rendas, possuem mais pessoas e maior número de crianças, assim, a idade média tende a diminuir e, consequentemente, a renda também diminui, o que provoca redução do poder de consumo e, por conseguinte menor geração de resíduos.

REFEIÇÕES DIÁRIAS

A partir das figuras 11, 12 e 13, pode-se observar que, de acordo com a frequência diária das refeições, no decorrer das três fases, nos bairros discriminados, em todos eles verificou-se que mais de 60% das pessoas declararam fazer três ou mais de três refeições em suas casas.

Enquanto que as pessoas dos bairros Novo Horizonte, Centro e Santa Rosa, na primeira fase, com 3,85%, 10,71% e 9,09%, respectivamente; os bairros Folha 26 e Novo Horizonte, com 4,35% e 7,69%, respectivamente, e, novamente, os bairros Folha 26 e Novo Horizonte, com 8,33% e 10%, respectivamente, afirmaram fazer apenas uma refeição diária.

Frequência Diária de Refeições por Bairro (%)

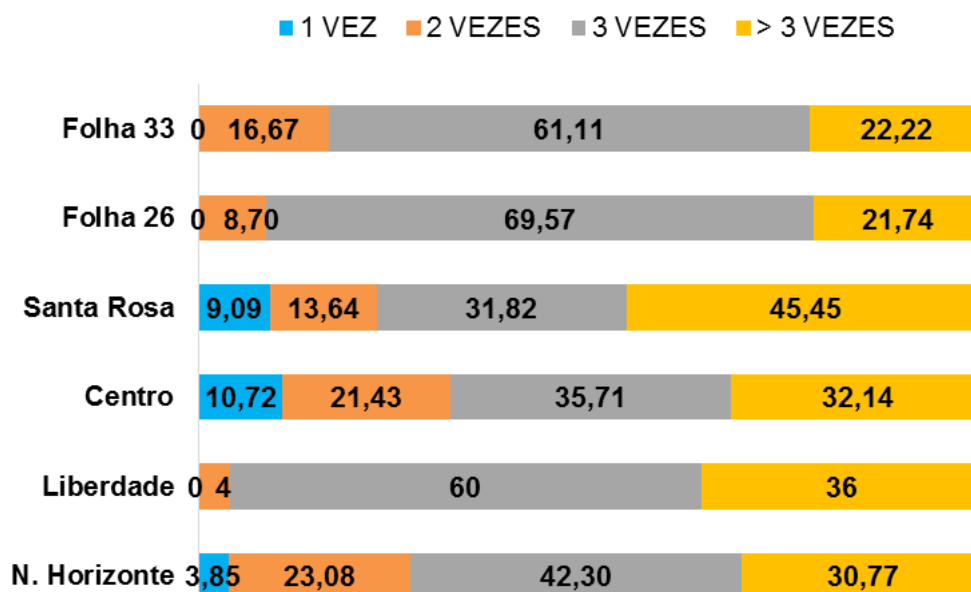


Figura 11: Percentuais de refeições diárias por bairro, referente à 1ª fase da pesquisa.

Fonte: Autor.

Frequência Diária de Refeições por Bairro (%)

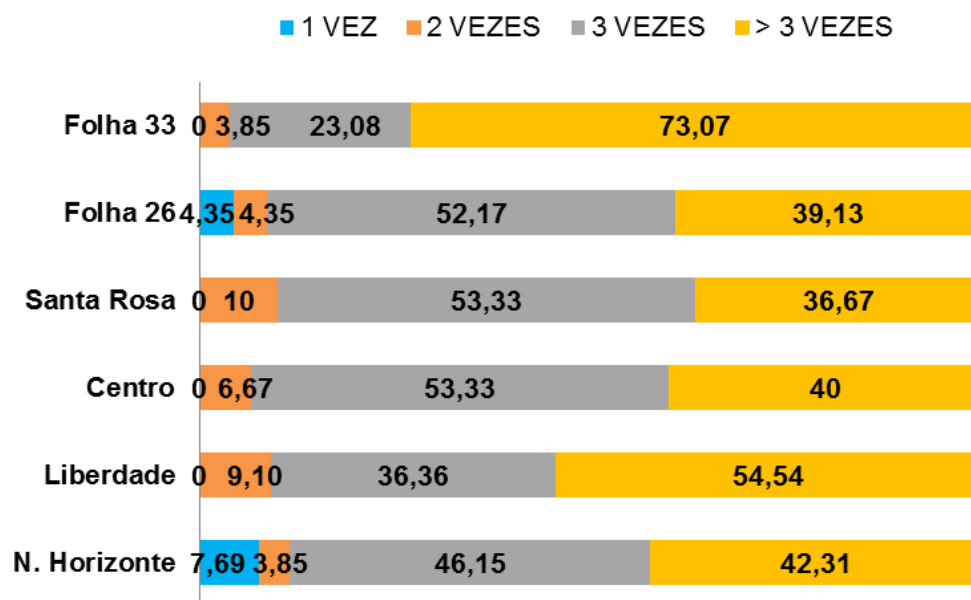


Figura 12: Percentuais de refeições diárias por bairro, referente à 2ª fase da pesquisa.

Fonte: Autor.

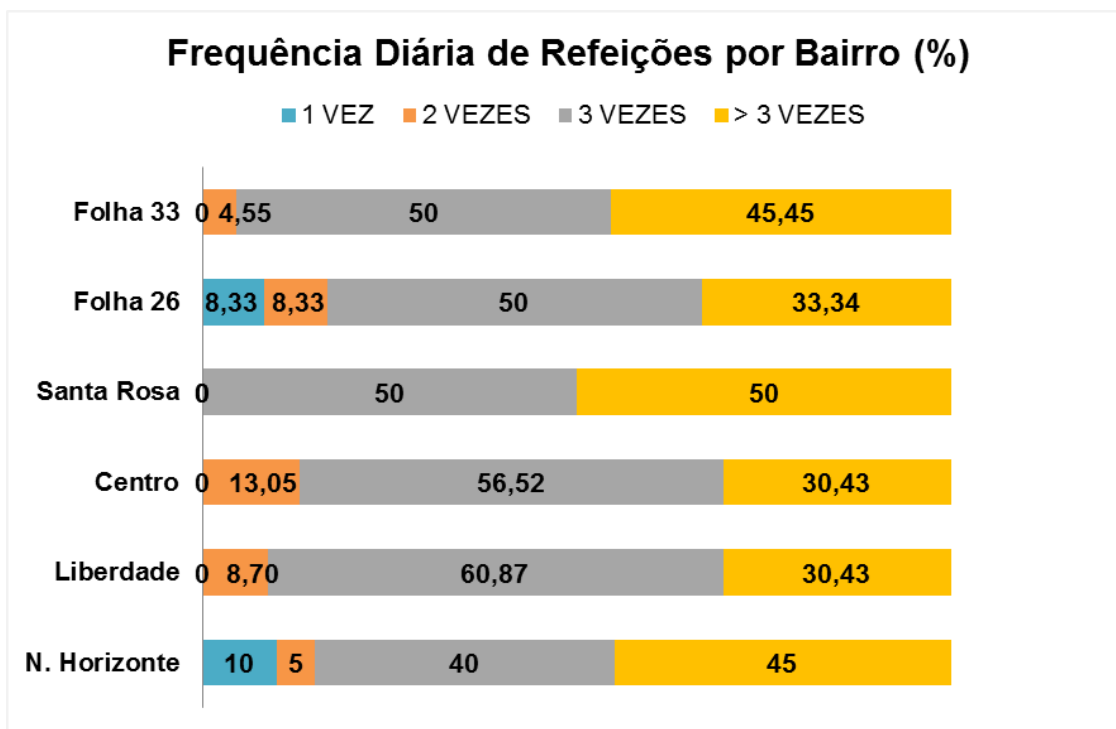


Gráfico 13: Percentuais de refeições diárias por bairro, referente à 3ª fase da pesquisa.

Fonte: Autor.

No entanto, é importante destacar que as pessoas residentes nos bairros, Centro e Santa Rosa, que alegaram fazer apenas uma refeição diária, deve-se ao fato do baixo poder aquisitivo, situação em que as mesmas alegaram haver dias que são obrigadas a escolher entre almoçar ou jantar, devido não ter condições para realizar as duas refeições. Já nos bairros Novo Horizonte e Folha 26 os resultados justificam-se devido os moradores trabalharem fora durante todo o decorrer do dia e não retornarem às suas casas para fazer as refeições neste intervalo de tempo.

CONTRIBUIÇÃO DOS BAIRROS NA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Os dados das figuras 11, 12 e 13 podem ser confirmados a partir dos resultados referentes à contribuição dos bairros na geração de resíduos sólidos domiciliares, apresentados nas figuras 14, 15 e 16, referentes à 1ª, 2ª e 3ª fases da pesquisa.

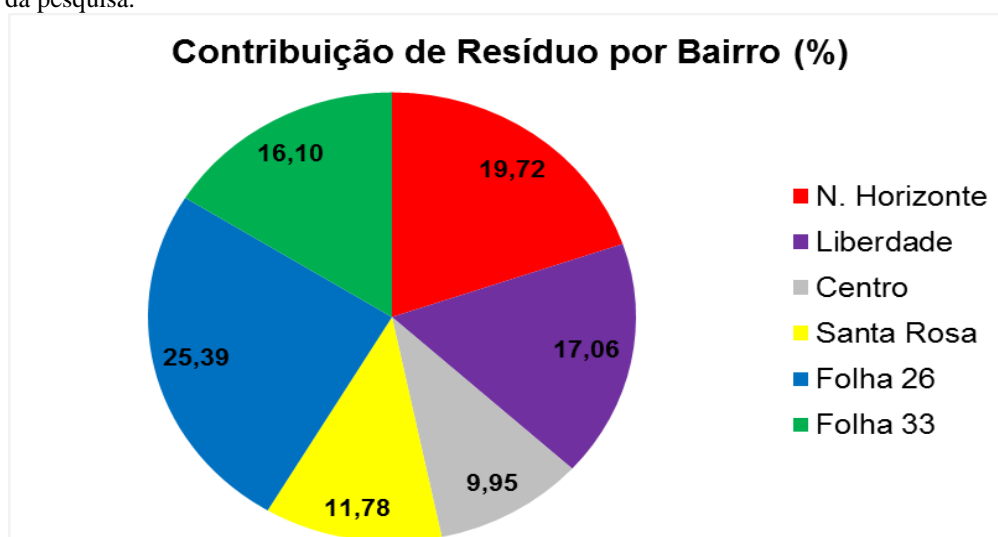


Figura 14: Contribuição dos bairros na geração dos resíduos sólidos da cidade de Marabá durante a 1ª fase.

Fonte: Autor.

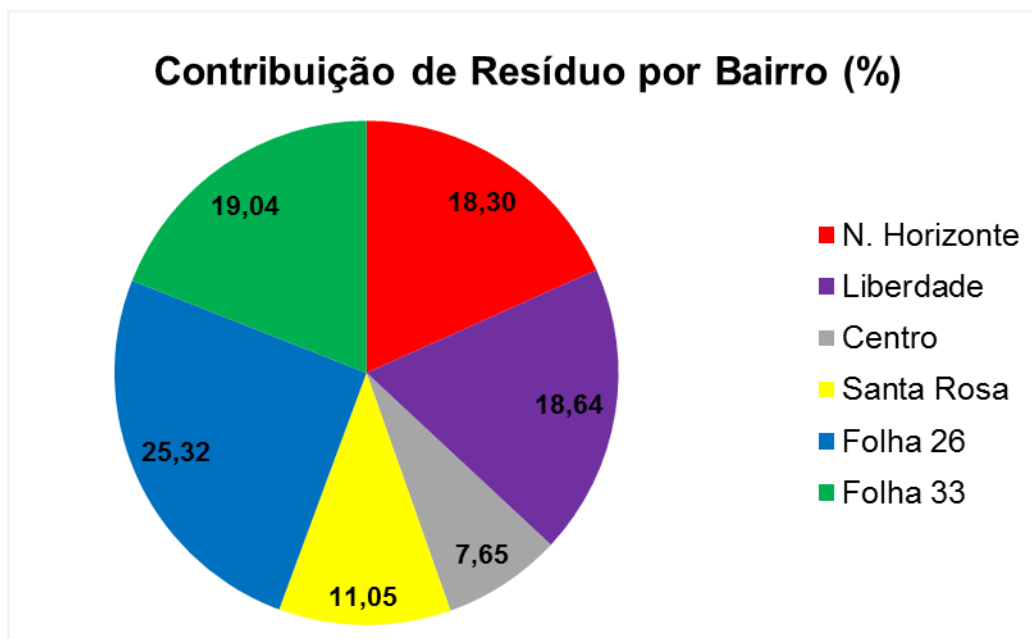


Figura 15: Contribuição dos bairros na geração dos resíduos sólidos da cidade de Marabá durante a 2ª fase.

Fonte: Autor.

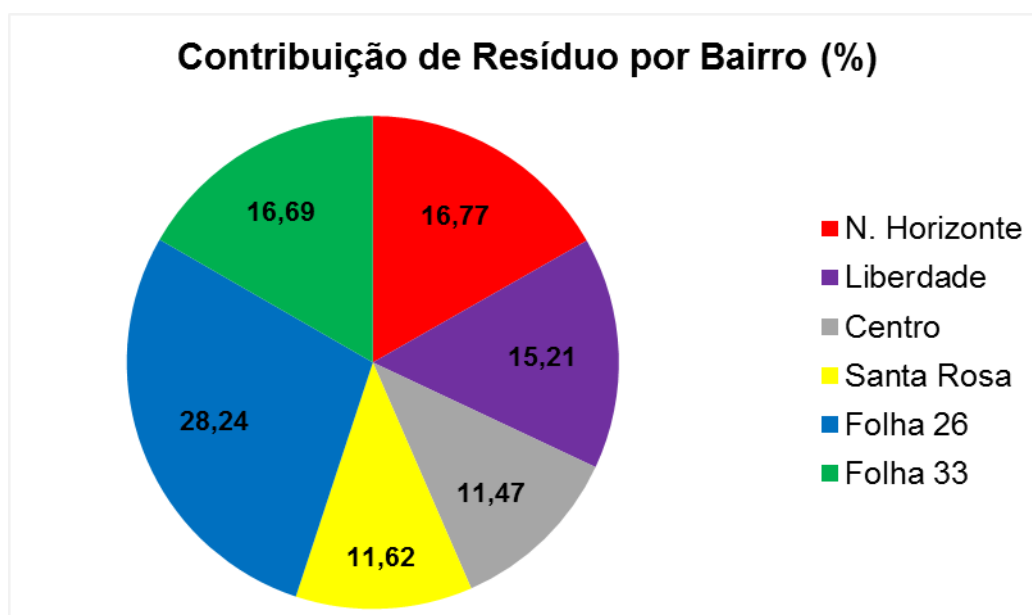


Figura 16: Contribuição dos bairros na geração dos resíduos sólidos da cidade de Marabá durante a 3ª fase.

Fonte: Autor.

Em todas as fases do estudo, o bairro Folha 26 destacou-se como sendo o maior contribuinte na geração de resíduos sólidos dentre os pesquisados, sempre com valores acima de 25%. Na primeira e terceira fases, o bairro Novo Horizonte ocupou a segunda colocação com 19,72% e 16,77% e na primeira e segunda fase, o bairro Liberdade destacou-se como o terceiro que mais gera resíduos dentre os bairros estudados.

Portanto, os resultados deste estudo corroboram para comprovar que os bairros onde as pessoas declararam fazer um número maior de refeições diárias são os que apresentaram uma quantidade maior de resíduos sólidos produzidos, por exemplo, no bairro Folha 26. Assim, fica evidente a inter-relação entre poder aquisitivo que influencia diretamente no consumo, quantidade de refeições realizadas pelas famílias e geração de resíduos.

COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS BAIRROS ESTUDADOS

Com relação aos processos realizados durante a segunda etapa do trabalho, na 1ª, 2ª e 3ª fases, puderam-se obter os resultados da composição gravimétrica dos resíduos domiciliares de acordo com cada bairro amostrado, conforme representados nas figuras 17, 18 e 19.

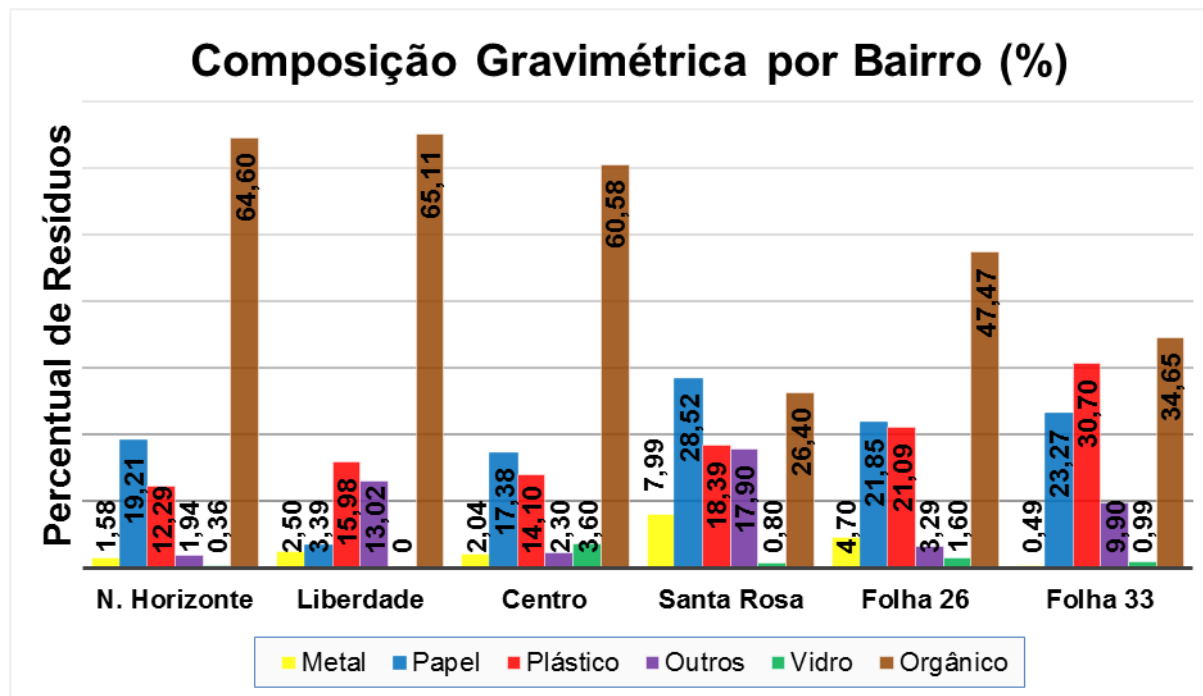


Figura 17: Percentual gravimétrico dos constituintes dos resíduos sólidos para cada bairro estudado, referente à 1ª fase.

Fonte: Autor.

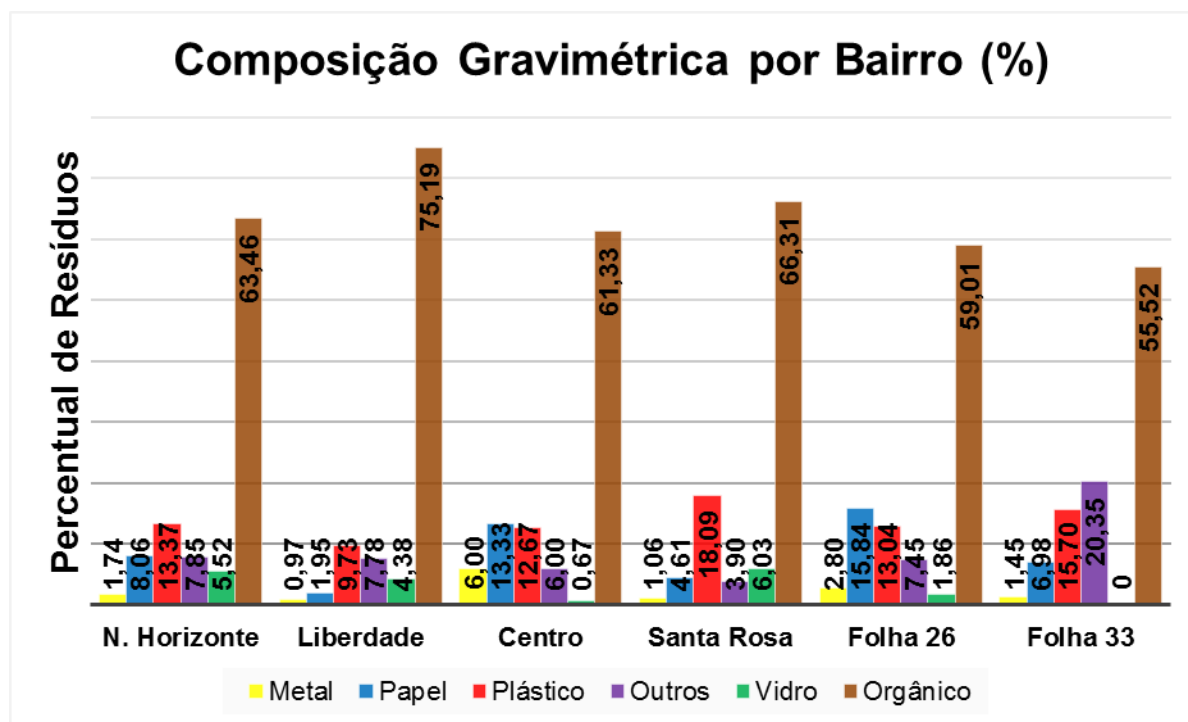


Figura 18: Percentual gravimétrico dos constituintes dos resíduos sólidos para cada bairro estudado, referente à 2ª fase.

Fonte: Autor.

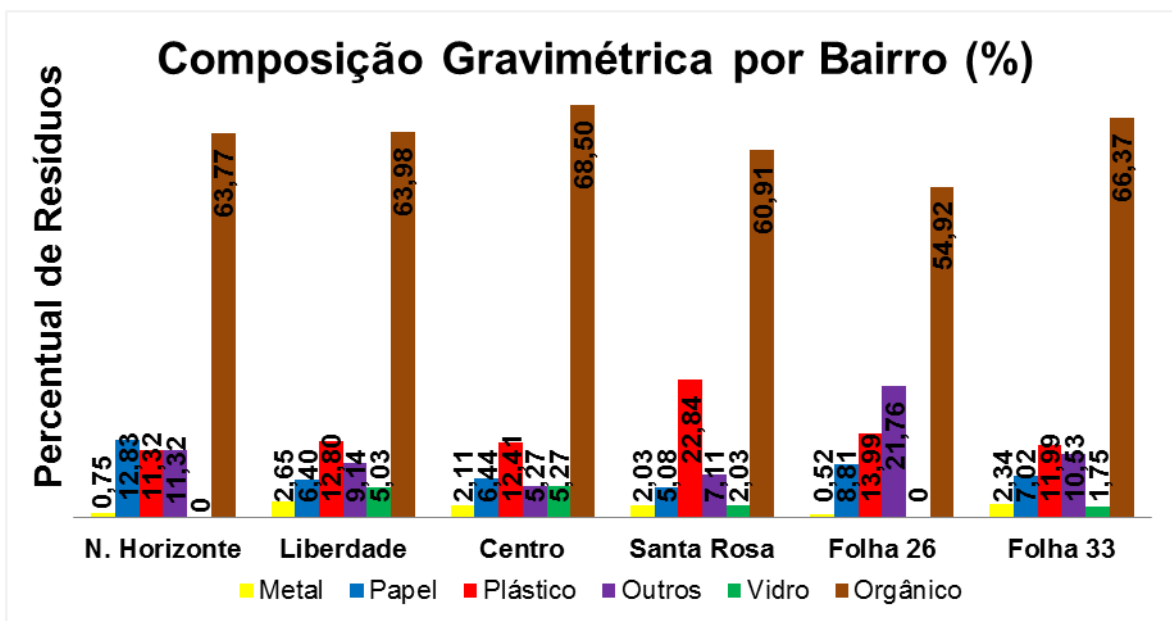


Figura 19: Percentual gravimétrico dos constituintes dos resíduos sólidos para cada bairro estudado, referente à 3ª fase.
Fonte: Autor.

Neste trabalho, para a realização da composição gravimétrica, as amostras foram divididas em matéria orgânica, papel, plástico, metal, vidro e outros.

Desta forma, é importante esclarecer que nesta pesquisa não se buscou a elaboração de um estudo visando programa de coleta seletiva, tendo em vista que a estratificação dos materiais não foi complexa o suficiente para que pudesse servir de subsídio científico para tal finalidade, ou seja, para que se pudesse alcançar tal propósito seria necessário um maior detalhamento dos componentes existentes nos materiais estudados, levando-se em consideração que são vários os tipos de componentes presentes em cada classe de resíduo, como o metal, por exemplo, que se divide em diversas subclasses, as quais cada uma tem um mercado consumidor específico.

Nos itens que seguem serão discutidos os resultados concernentes a cada tipo de componente dos materiais estudados neste trabalho.

MATÉRIA ORGÂNICA

Os resultados da pesquisa evidenciaram, nas três fases do estudo da composição gravimétrica, a existência de maior percentual de matéria orgânica em relação aos demais componentes físicos constituintes dos resíduos sólidos dos bairros estudados, excetuando o bairro Santa Rosa onde se constatou maior percentual de papel, na primeira fase da pesquisa.

Verificou-se, portanto, que não há evidência da existência de diferença estatisticamente significativa da variável matéria orgânica entre os bairros considerados como pertencentes às classes alta e baixa, não apresentando relação deste fator com as classes sociais, confirmando os resultados obtidos por Rocha (2005), que obteve valores superiores a 50% para a matéria orgânica.

Dentre todos os resultados que apresentaram maior percentual de matéria orgânica em relação aos demais constituintes dos resíduos, os únicos que se mostraram inferiores a 50% foram os bairros Folhas 26 e 33, com 47,47% e 34,65%. Entretanto, esta diferença foi observada apenas na primeira fase da pesquisa, pois nas fases subsequentes os resultados foram similares aos demais bairros.

Assim, os valores para percentual de matéria orgânica alcançados neste trabalho são compatíveis com os publicados pela ABRELPA (2012), que em seu Panorama de Resíduos Sólidos 2012 obteve um valor de 51,4% para este componente.

PAPEL

A pesquisa apontou o papel como o constituinte dos resíduos sólidos domiciliares com maior percentual no bairro Santa Rosa na primeira fase da pesquisa, bairro considerado como pertencente à classe baixa; segundo constituinte dos resíduos com maior percentual nos bairros Novo Horizonte, Folha 26 e Centro (primeira fase), bairros centro e folha 26 (segunda fase), e bairro Novo Horizonte na terceira fase; terceiro constituinte com maior percentual nos bairros Folha 33 e Liberdade (primeira fase), Novo Horizonte (segunda fase), e Centro (terceira fase); quarto constituinte com maior percentual nos bairros Santa Rosa e Folha 33 (segunda fase) e Liberdade, Santa Rosa e Folhas 26 e 33 (terceira fase); e quinto constituinte com maior percentual no bairro Liberdade na segunda fase.

Verificou-se, portanto, que não há evidência da existência de diferença estatisticamente significativa da variável papel entres os bairros considerados como pertencentes às classes alta e baixa, não apresentando relação deste fator com as classes sociais, confirmando o que afirma (ROCHA, 2005).

PLÁSTICO

O estudo apontou o plástico como sendo o segundo constituinte dos resíduos sólidos domiciliares com maior percentual nos bairros Liberdade e Folha 33 (primeira fase), Novo Horizonte, Liberdade e Santa Rosa (segunda fase), Liberdade, Centro, Santa Rosa, Folha 33 e Novo Horizonte (terceira fase); terceiro constituinte com maior percentual nos bairros Novo Horizonte, Centro, Santa Rosa e Folha 26 (primeira fase), Centro e Folhas 26 e 33 (segunda fase), e Folha 26 na terceira fase.

Constatou-se, dessa forma, que não há evidência da existência de diferença estatisticamente significativa da variável plástico entres os bairros considerados como pertencentes às classes alta e baixa, não apresentando relação deste fator com as classes sociais, confirmando o que afirma (ROCHA, 2005).

METAL

Por meio dos resultados deste estudo, verificou-se que o metal é o quarto constituinte dos resíduos sólidos domiciliares com maior percentual nos bairros Folha 26 (primeira fase) e Centro, (segunda fase); quinto constituinte com maior percentual nos bairros Novo Horizonte, Liberdade e Santa Rosa (primeira fase), Folhas 26 e 33 (segunda fase) e Novo Horizonte, Santa Rosa e Folhas 26 e 33 na terceira fase; e o sexto componente com maior percentual nos bairros Centro e Folha 33 (primeira fase), Novo Horizonte, Liberdade e Santa Rosa (segunda fase) e Liberdade e Centro na terceira fase.

Deste modo, verificou-se que não há evidência da existência de diferença estatisticamente significativa da variável metal entres os bairros considerados como pertencentes às classes alta e baixa, não apresentando relação deste fator com as classes sociais, confirmando o que afirma (ROCHA, 2005).

VIDRO

A análise gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares da cidade de Marabá determinou o vidro como sendo o terceiro componente com maior percentual no bairro Santa Rosa (segunda fase); o quarto constituinte com maior percentual nos bairros Centro (primeira e terceira fases) e Liberdade (segunda fase); o quinto componente com maior percentual nos bairros Folha 33 (primeira fase), Novo Horizonte (segunda fase) e Liberdade, e Santa Rosa (terceira fase); e sexto elemento com maior percentual nos bairros Novo Horizonte, Liberdade, Santa Rosa e Folha 26 (primeira fase), Centro e Folhas 26 e 33 (segunda fase) e Liberdade e Centro na terceira fase.

Assim sendo, verificou-se que não há evidência da existência de diferença estatisticamente significativa da variável vidro entres os bairros considerados como pertencentes às classes alta e baixa, não apresentando relação deste fator com as classes sociais, ratificando o que afirma (ROCHA, 2005).

OUTROS

Os resultados da pesquisa demonstram que os materiais denominados outros é o segundo constituinte dos resíduos sólidos domiciliares com maior percentual nos bairros Folha 33 (segunda fase) e folha 26 (terceira fase), o terceiro componente com maior percentual nos bairros Liberdade (primeira e segunda fases), Novo Horizonte, Liberdade, Santa Rosa e Folha 33 (terceira fase); quarto constituinte com maior percentual nos bairros Novo Horizonte, Folha 33 e Santa Rosa (primeira fase), Novo Horizonte, Centro e Folha 26 (segunda fase) e Centro (terceira fase); e o quinto componente com maior percentual nos bairros Folha 26 e Centro (primeira fase) e Santa Rosa na segunda fase.

Portanto, constata-se que não há evidência da existência de diferença estatisticamente significativa da variável outros entre os bairros considerados como pertencentes às classes alta e baixa, não apresentando relação deste fator com as classes sociais, corroborando o que afirma (ROCHA, 2005).

COMPOSIÇÃO GRAVIMÉTRICA DA CIDADE DE MARABÁ

Nas figuras 20, 21 e 22 estão representados os dados referentes aos percentuais de cada material componente dos resíduos sólidos domiciliares da cidade de Marabá, na 1^a, 2^a e 3^a fases da pesquisa, respectivamente.

A composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares da cidade de Marabá, em cada fase do estudo, foi obtida por meio da média aritmética dos resultados de todos os bairros analisados em cada fase separadamente.

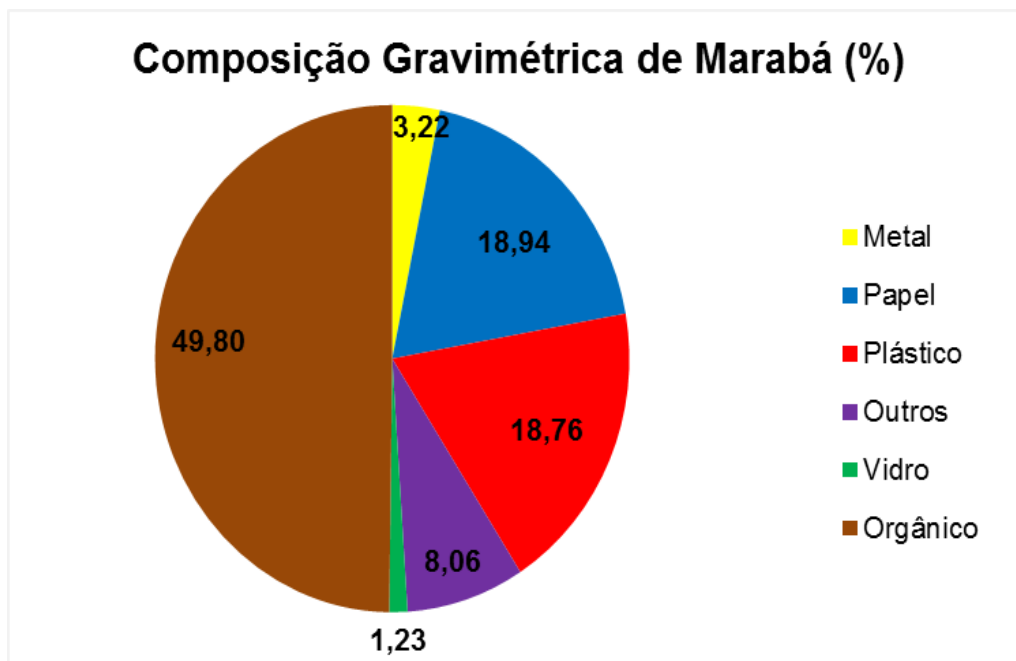


Figura 20: Percentual gravimétrico para a cidade de Marabá – PA, referente à 1ª fase.

Fonte: Autor.

Assim sendo, chegou-se ao resultado que pudesse caracterizar fisicamente os resíduos analisados. Portanto, verifica-se que a matéria orgânica é o constituinte com maior representatividade, com aproximadamente 50% de todo o resíduo gerado na cidade, logo em seguida tem-se papel, plástico, outros, metal e vidro com os respectivos valores 18,94%, 18,76%, 8,06%, 3,21% e 1,23%.

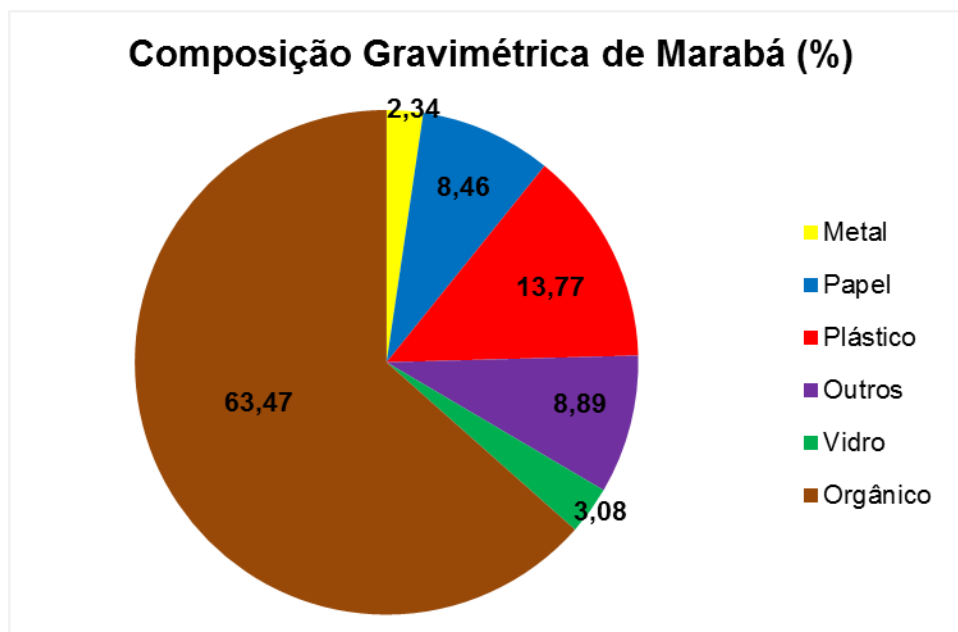


Figura 21: Percentual gravimétrico para a cidade de Marabá – PA, referente à 2ª fase.

Fonte: Autor.

Os resultados da composição gravimétrica da segunda fase desta pesquisa corroboraram para que se pudesse constatar que, novamente, a matéria orgânica é o constituinte com maior significância quantitativa com relação aos demais materiais presentes nas amostras estudadas, com aproximadamente 60% de todo o resíduo gerado na cidade, em seguida tem-se plástico, outros, papel, vidro e metal com os respectivos valores 13,77%, 8,89%, 8,46%, 3,08% e 2,34%.

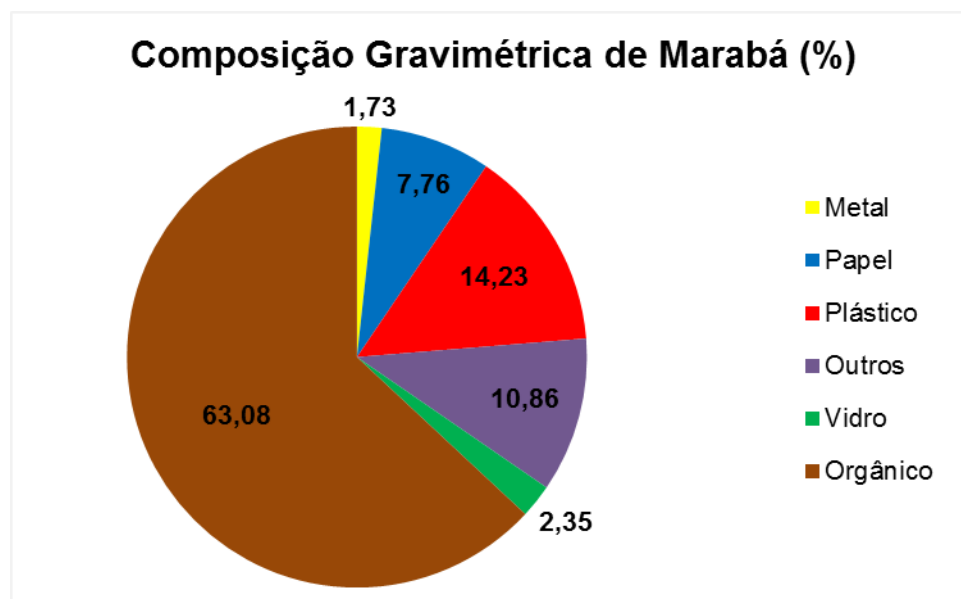


Figura 22: Percentual gravimétrico para a cidade de Marabá – PA, referente à 3ª fase.

Fonte: Autor.

Na terceira fase desta pesquisa, os resultados da composição gravimétrica colaboraram para que se pudesse constatar que, a matéria orgânica é o constituinte com maior significância quantitativa com relação aos demais materiais presentes nos resíduos sólidos domiciliares da cidade de Marabá, com aproximadamente 60% de todo o resíduo gerado na cidade, em seguida tem-se plástico, outros, papel, vidro e metal com os respectivos valores 14,23%, 10,86%, 7,76%, 2,35% e 1,73%.

Portanto, verificou-se que os resultados para percentuais gravimétricos dos resíduos sólidos domiciliares da cidade de Marabá são considerados pertinentes, levando-se em consideração que estão de acordo com os

resultados obtidos por Rocha (2005), o qual alcançou os seguintes valores para matéria orgânica, papel, plástico, outros, metal e vidro, na seguinte ordem, 53,1%, 19,1%, 11,8%, 7,6%, 3,3% e 2,7%.

No quadro 1, são demonstradas as ordens de geração dos componentes dos resíduos sólidos domiciliares da cidade de Marabá, de acordo com cada fase do estudo, e feita comparação com os dados publicados no Panorama de Resíduos Sólidos 2012 da ABRELP.

Quadro 1: Ordem de geração de resíduos sólidos.

Posição	1ª Fase	2ª Fase	3ª Fase	ABRELP 2012
1ª	Matéria Orgânica	Matéria Orgânica	Matéria Orgânica	Matéria Orgânica
2ª	Papel	Plástico	Plástico	Outros
3ª	Plástico	Outros	Outros	Plástico
4ª	Outros	Papel	Papel	Papel
5ª	Metal	Vidro	Vidro	Metal
6ª	Vidro	Metal	Metal	Vidro

Fonte: Autor.

De acordo com o quadro, percebe-se que em todas as fases a matéria orgânica ocupa a primeira posição como o tipo de resíduo mais gerado; em seguida, tem-se papel, plástico e outros com geração intermediária; e o metal e o vidro como materiais com menor geração em todas as fases. Logo, verifica-se que os resultados são similares aos divulgados pela ABRELP no ano de 2012.

A figura 23 mostra a variação da composição gravimétrica dos materiais estudados de acordo com cada fase da pesquisa, levando-se em consideração que as duas primeiras fases foram realizadas na época chuvosa e a terceira na época de estiagem.

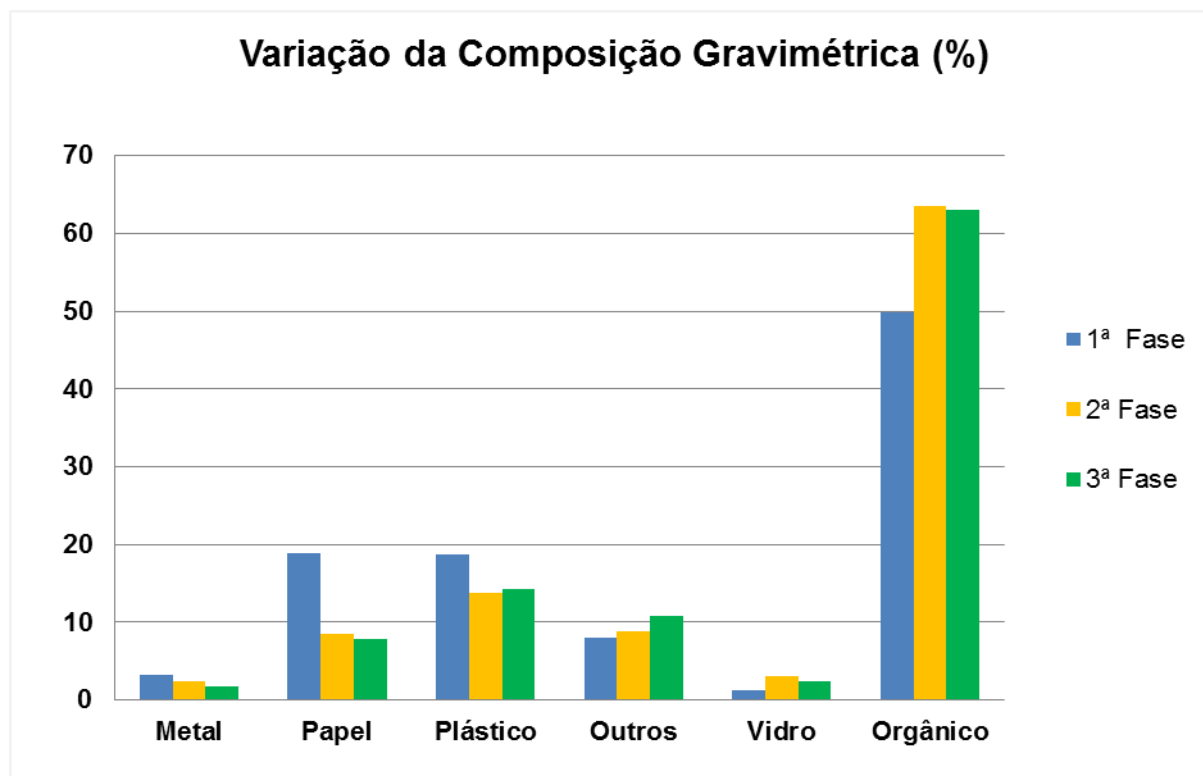


Figura 23: Comparação da variação da composição gravimétrica de acordo com as fases do estudo.

Fonte: Autor.

Assim, com base nas informações expostas na figura, verifica-se que não há interferência da estação do ano com a porcentagem gerada de cada constituinte dos resíduos em relação aos demais, resultado que não implica afirmar que as estações não desencadeiem algum tipo de influência na quantidade gerada em valores reais.

TEOR DE UMIDADE

Para se chegar aos valores amostrados na figura 24, referentes aos teores de umidade dos materiais, foram aplicadas duas metodologias. A primeira foi utilizada somente na primeira fase, em que os resíduos foram expostos ao sol durante um período de aproximadamente doze horas e na segunda, aplicada nas demais fases, utilizou-se uma estufa com temperatura de 105 °C, onde os materiais foram dispostos até que a perda de umidade se estabilizasse.

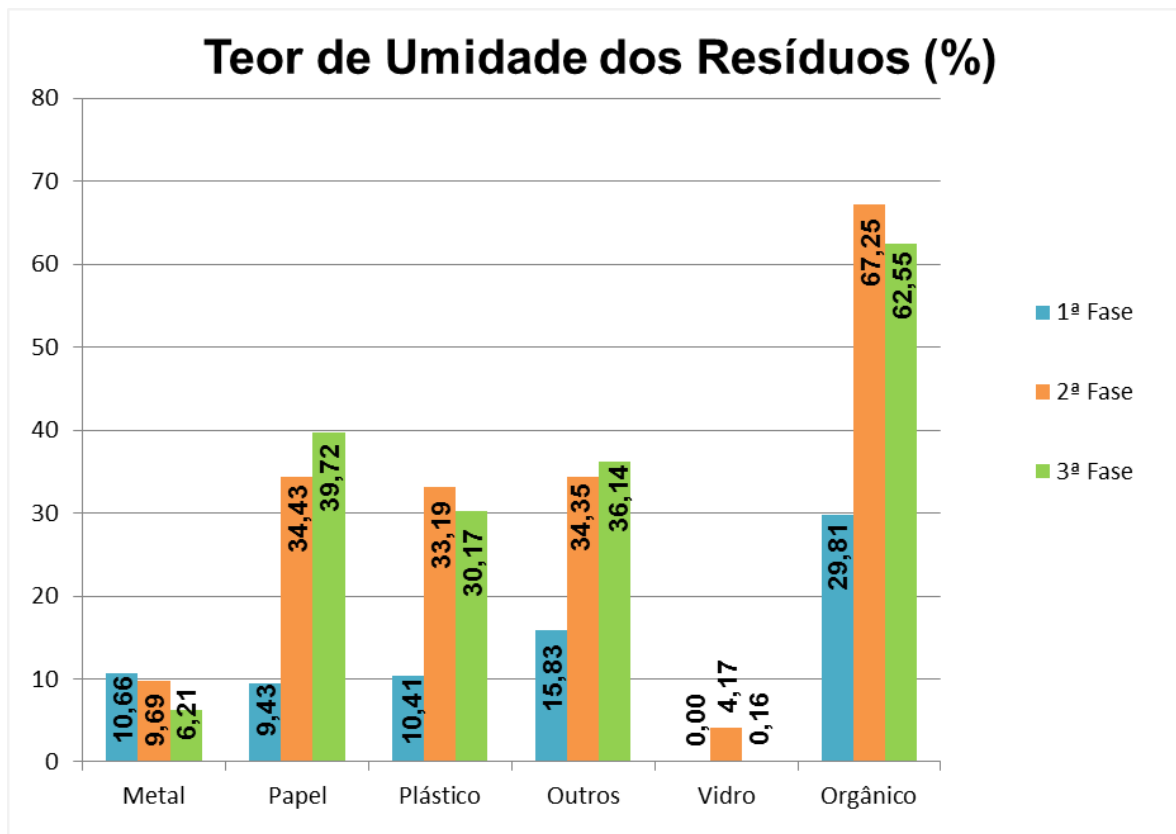


Figura 24: Comparação dos teores de umidade conforme o componente e fase estudada.

Fonte: Autor.

O teor de umidade dos resíduos sólidos é diretamente influenciado por sua composição e condições climáticas locais.

Assim, os resultados para teor de umidade dos materiais analisados demonstram que os componentes com os maiores valores percentuais para esta característica são matéria orgânica com 29,81%, 67,25% e 62,55% na 1ª, 2ª e 3ª fases, respectivamente; papel, com 9,43%, 34,43% e 39,72% na 1ª, 2ª e 3ª fases, respectivamente; outros, com 15,83%, 34,35% e 36,14% na 1ª, 2ª e 3ª fases, respectivamente; e Plástico com 10,41%, 33,19% e 30,17% na 1ª, 2ª e 3ª fases, respectivamente.

Os componentes Metal e Vidro foram os que obtiveram os menores valores percentuais de umidade, sendo o primeiro com 10,66%, 9,69% e 6,21% na 1ª, 2ª e 3ª fases, respectivamente; e o segundo com 0%, 4,17% e 0,16% na 1ª, 2ª e 3ª fases, respectivamente.

A explicação para valores elevados para o metal foi a presença significativa de esponja de aço, em que estes materiais armazenam grandes quantidades de água em relação aos demais materiais fabricados a partir de metais. Já o valor de 4,17% do vidro na segunda fase, pode ser explicado devido à época do ano em que foi realizada a fase da pesquisa, época chuvosa.

Portanto, alguns elementos apresentaram maior teor de umidade em relação a outros, podendo-se destacar também, a diferença do percentual de umidade de alguns destes componentes da estação chuvosa para a época de estiagem.

Assim sendo, os materiais que obtiveram maior teor de umidade na estação chuvosa em relação à estação seca foram matéria orgânica, vidro, plástico e metal. Entretanto, percebeu-se que os valores obtidos na primeira fase foram muito inferiores comparados com as demais, neste contraponto pode-se argumentar que o método aplicado para a determinação do teor de umidade não foi tão eficiente quanto o método de determinação por meio da estufa a 105 °C.

Deste modo, o conhecimento dos valores deste parâmetro permite que seja feito um planejamento mais eficiente dos dimensionamentos necessários dentro do programa de limpeza urbana, como das células onde são dispostos os resíduos e a quantidade de caminhões necessária para coleta, pois essa característica influencia diretamente no grau de compactação dos materiais, além de ser a principal responsável pelo tempo necessário para que ocorra a decomposição dos mesmos, uma vez que a maioria dos micro-organismos desenvolve-se melhor em ambientes úmidos, acelerando assim, suas atividades metabólicas.

GERAÇÃO PER CAPTA

Na tabela 5, estão expostos os resultados alusivos à geração *per capita* dos resíduos sólidos domiciliares dos bairros utilizados como amostragem no estudo e a média da cidade de Marabá, ambos referentes à 1ª, 2ª e 3ª fases da pesquisa.

Tabela 5: Geração *per capita* dos bairros estudados e da cidade de Marabá, referentes à 1ª, 2ª e 3ª fases.

Geração <i>Per capita</i> (kg.hab ⁻¹ .dia ⁻¹)			
Bairro	1ª Fase	2ª Fase	3ª Fase
N. Horizonte	0,821	0,766	0,518
Liberdade	0,706	0,783	0,516
Centro	0,462	0,265	0,308
Santa Rosa	0,459	0,403	0,315
Folha 26	1,292	1,177	0,947
Folha 33	0,740	0,673	0,476
Marabá	0,726	0,664	0,461

Fonte: Autor.

Observa-se que os dois bairros com moradores de classes socioeconômicas consideradas de maior poder aquisitivo apresentaram geração *per capita* superior aos demais, Novo Horizonte com 0,821 kg.hab⁻¹.dia⁻¹ e Folha 26 com 1,292 kg.hab⁻¹.dia⁻¹, na primeira fase da pesquisa. Enquanto para os bairros Centro e Santa Rosa obtiveram-se valores de geração *per capita* igual a 0,462 kg.hab⁻¹.dia⁻¹ e 0,459 kg.hab⁻¹.dia⁻¹ respectivamente; e restando, portanto, Liberdade e Folha 33 com valores intermediários, 0,706 kg.hab⁻¹.dia⁻¹ e 0,740 kg.hab⁻¹.dia⁻¹, respectivamente.

Na segunda fase, destacaram-se os bairros Folha 26, Liberdade e Novo Horizonte com os maiores valores para geração *per capita*, com 1,177 kg.hab⁻¹.dia⁻¹, 0,783 kg.hab⁻¹.dia⁻¹ e 0,766 kg.hab⁻¹.dia⁻¹, respectivamente. Por conseguinte, novamente, os bairros Santa Rosa e Centro foram os que obtiveram os menores valores, com 0,403 kg.hab⁻¹.dia⁻¹ e 0,265 kg.hab⁻¹.dia⁻¹, respectivamente.

Da mesma forma, na terceira fase do estudo os bairros Folha 26, Novo Horizonte e Liberdade foram os responsáveis pelos maiores resultados, com 0,947 kg.hab⁻¹.dia⁻¹, 0,518 kg.hab⁻¹.dia⁻¹ e 0,516 kg.hab⁻¹.dia⁻¹, respectivamente. Enquanto que, repetidamente, os bairros Santa Rosa e Centro tiveram os menores valores, com 0,315 kg.hab⁻¹.dia⁻¹ e 0,308 kg.hab⁻¹.dia⁻¹, respectivamente.

Estes dados demonstram que a geração *per capita* de resíduos sólidos domiciliares sofre forte influência das características socioeconômicas da população, ou seja, quanto maior o poder aquisitivo maior a geração *per capita*, evidenciando o que afirma (ROCHA, 2005).

Com relação à Marabá, a cidade apresentou valores de geração *per capita* igual a 0,726 kg.hab⁻¹.dia⁻¹ (primeira fase), 0,664 kg.hab⁻¹.dia⁻¹ (segunda fase) e 0,461 kg.hab⁻¹.dia⁻¹ (terceira fase), ou seja, inferiores às médias da

região Norte igual a 1,145 kg.hab⁻¹.dia⁻¹, e nacional igual a 1,228 kg.hab⁻¹.dia⁻¹, de acordo com a (ABRELPE, 2012).

No entanto, os dados de geração *per capita*, fornecidos por essa instituição são referentes a resíduos sólidos urbanos em geral produzidos em capitais e cidades com mais de 500 mil habitantes, representando cidades com populações superiores a de Marabá que possui pouco mais de 230 mil habitantes, de acordo com (IBGE, 2010).

Em contrapartida, os valores encontrados são similares aos publicados pela Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA (2011), sobre a coleta de resíduos domiciliares e públicos da cidade de Marabá, que equivale a 0,500 kg.hab⁻¹.dia⁻¹.

CONCLUSÕES

O estudo de caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares da cidade de Marabá propôs-se quantificar em percentuais seus principais constituintes, assim como verificar suas relações com fatores socioeconômicos e climáticos que pudessem influenciar sua geração.

Portanto, verificou-se por meio dos dados que a quantidade de resíduos gerados está relacionada com faixas etárias, uma vez que os resultados demonstram que quanto maior o número de pessoas entre 19 e 65 anos maior será a quantidade que contribui para a renda familiar. Logo, maior será a renda da residência e consequentemente o poder de consumo aumentará o que refletirá diretamente na demanda da família por alimentos e outros bens de consumo.

Da mesma forma, as informações referentes à frequência diária de refeições evidenciaram sua relação com a quantidade de resíduo gerado, ou seja, os bairros com maior número de pessoas que declararam fazer maior quantidade de refeições diariamente foram os que apresentaram maior participação na quantidade de resíduos gerados, sendo os maiores contribuintes os bairros Folha 26, Novo Horizonte e Liberdade.

Para percentuais gravimétricos, os dados não evidenciaram nenhuma relação de quaisquer dos constituintes dos resíduos domiciliares da cidade de Marabá com as classes socioeconômicas as quais os bairros pertencem, confirmando as informações encontradas na literatura. Por conseguinte, esta característica apresentou como resultado predominante das três fases da pesquisa, a matéria orgânica, o plástico, outros, o papel, o vidro e o metal como ordem decrescente em percentuais de cada tipo de constituinte dos resíduos domiciliares.

Por meio da amostragem dos bairros estudados, pôde-se chegar à geração *per capita* de 0,726 kg.hab⁻¹.dia⁻¹ (primeira fase), 0,664 kg.hab⁻¹.dia⁻¹ (segunda fase) e 0,461 kg.hab⁻¹.dia⁻¹ (terceira fase) para a cidade de Marabá. Diante disso, estes valores são considerados satisfatórios, uma vez que estão de acordo com os encontrados na literatura.

Logo, constata-se que os resultados para gravimetria são representativos, levando em consideração as pesquisas realizadas na bibliografia. Assim como a geração *per capita* que se encontra abaixo das médias nacional e da região Norte. Entretanto, deve-se ressaltar que estas médias estão baseadas em pesquisas realizadas para capitais e cidades com populações superiores a 500 mil habitantes, fato que foge à realidade de Marabá.

Com relação aos teores de umidade, verificou-se que a matéria orgânica é o constituinte do resíduo que apresenta maiores valores para esta característica e o vidro e o metal os que contêm menores teores de água. Portanto, alguns elementos apresentaram maior teor de umidade em relação a outros, destacando-se também, a diferença do percentual de umidade de alguns destes componentes da estação chuvosa para a época de estiagem.

Por conseguinte, a respeito dos métodos aplicados para determinação dessa característica, a utilização da estufa a 105 °C demonstrou-se mais eficiente e, consequentemente, mais confiável.

Diante do exposto, conclui-se que as informações obtidas por meio deste trabalho são muito importantes para a realização de um plano de gerenciamento dos resíduos sólidos domiciliares gerados na cidade, podendo assim,

calcular custos com frotas de veículos, dimensionamento dos aterros, tempo de recolhimento dos materiais, entre outros. Além de planejar e estruturar usinas de compostagem e plano de coleta seletiva.

Entretanto, é importante esclarecer que para esta última, faz-se necessário um estudo mais complexo da composição gravimétrica.

Portanto, a partir do conhecimento das características destes materiais, tem-se uma possibilidade real de minimização dos custos com limpeza urbana e a maximização da vida útil dos aterros sanitários ou controlados, além da geração de renda e diminuição com custos relacionados a tratamentos e disposição final dos resíduos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. São Paulo: ABRELPE. 2003-2012. Anual. ISSN: 2179-8303.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Amostragem de Resíduos Sólidos, NBR-10007. Rio de Janeiro, 2004. 21 p.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Resíduos Sólidos: Classificação, NBR-10004. Rio de Janeiro, 2004. 71 p.
4. BRASIL. Lei n. 12.305, de 02 de agosto de 2010 – Política nacional de resíduos sólidos. In: BRASIL, Congresso Nacional. Lei n. 12.305, de 02 de agosto de 2010. Brasília, 2010. 21 p.
5. Brasil. Ministério do Desenvolvimento Agrário. Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável do Sudeste Paraense. Marabá, PA, 2010.
6. BRASIL. Ministério do Planejamento. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasília. 2009.
7. BRASIL. Ministério do Planejamento. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasília. 2010.
8. BRASIL. Ministério do Planejamento. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasília. 2012.
9. BRASIL. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2003.
10. CRITÉRIO DE CLASSIFICAÇÃO ECONÔMICA BRASIL. São Paulo: Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa. 2012.
11. DIAS, S. G. O desafio da gestão de resíduos sólidos urbanos. Vol. 11, nº 1, São Paulo, SP, 2012.
12. MARABÁ. Relatório de Avaliação de Plano Diretorio Participativo. Rede de Avaliação e Capacitação para Implementação de Plano Diretorio Participativo - Pará. Relatório, Marabá, 2009. Relatório digitalizado.
13. PADILHA, S. C. Dinâmicas Burguesas no Contexto das Principais Cadeias Produtivas da Região Sul e Sudeste do Pará. VII Colóquio Internacional MarxEngels. Marabá, p. 01-10, 2012.
14. ROCHA, E. A. P da. Estudos de Fatores Sócio-Econômicos Intervenientes na Geração e Características do Resíduo Sólido Doméstico da Cidade de Vitória –ES. 2005. 161 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2012.
15. SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL (Brasil). Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos. 2011, Brasília. MCIDADES. SNSA, 2013. 2634 p.
16. SILVA, I. S. da. Migração e cultura no sudeste do Pará: Marabá (1968-1988); Goiânia - GO, p. 181, 2006.
17. VIEIRA, E. A.; BERRÍOS, M. B. R. Lixo: fato ambiental da modernidade. In: GERARDI, L. H. O. (Org.) Ambientes: Estudos de Geografia. Rio Claro-SP: Programa de Pós-graduação em Geografia - UNESP/AGETEO, 2003.
18. ZANTA, V.M.; FERREIRA, C. F. A.. Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos urbanos. In: BORGES, A.C., ET AL.. (Org.). Resíduos Sólidos Urbanos: Aterro Sustentável para Municípios de Pequeno Porte. 1 ed. São Carlos SP: Rima Artes e Textos, 2003, v. 1, p. 1-18.

APÊNDICE A – Questionário socioeconômico aplicado durante a pesquisa.



Universidade do Estado do Pará

Campus de Marabá

Questionário Socioeconômico Aplicado na Realização da Pesquisa sobre Caracterização Física dos Resíduos Sólidos Domiciliares da Cidade de Marabá – PA.

21/08/2013

Nº habitante:	Renda Familiar: R\$	
Sexo: Masc. ()	Fem. ()	Idade: _____
Sexo: Masc. ()	Fem. ()	Idade: _____
Sexo: Masc. ()	Fem. ()	Idade: _____
Sexo: Masc. ()	Fem. ()	Idade: _____
Sexo: Masc. ()	Fem. ()	Idade: _____
Sexo: Masc. ()	Fem. ()	Idade: _____
Sexo: Masc. ()	Fem. ()	Idade: _____
Sexo: Masc. ()	Fem. ()	Idade: _____
Endereço: _____		
Frequência Diária de Refeições: <input type="checkbox"/> Uma Vez; <input type="checkbox"/> Duas Vezes; <input type="checkbox"/> Três Vezes; <input type="checkbox"/> Mais de Três Vezes.		
Frequência Regular da Coleta de Lixo: <input type="checkbox"/> Uma Vez por Semana; <input type="checkbox"/> Duas Vezes por Semana; <input type="checkbox"/> Três Vezes por Semana; <input type="checkbox"/> Quatro Vezes por Semana; <input type="checkbox"/> Cinco Vezes por Semana; <input type="checkbox"/> Seis Vezes por Semana; <input type="checkbox"/> Sete Vezes por Semana.		