



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA – UEPB  
CAMPUS I BODOCONGÓ  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA - CCT  
CURSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

JOHN LENNON ARAÚJO MONTEIRO

**REDIMENSIONAMENTO DOS ITINERÁRIOS DE COLETA DE  
RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES DA CIDADE DE CAMPINA  
GRANDE - PB**

CAMPINA GRANDE – PB

2014

JOHN LENNON ARAÚJO MONTEIRO

**REDIMENSIONAMENTO DOS ITINERÁRIOS DE COLETA DE  
RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES DA CIDADE DE CAMPINA  
GRANDE - PB**

Monografia apresentada no curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. William de Paiva

CAMPINA GRANDE – PB

2014

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

M775r Monteiro, John Lennon Araújo.  
Redimensionamento dos itinerários de coleta de resíduos sólidos domiciliares da cidade de Campina Grande - PB [manuscrito] / John Lennon Araújo Monteiro. - 2014.  
40 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2014.

"Orientação: Prof. Dr. William de Paiva, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental".

".

1. Coleta de resíduos. 2. Resíduos sólidos. 3. Itinerários. I.  
Título.

21. ed. CDD 363.728

MONTEIRO, JOHN LENNON ARAÚJO MONTEIRO  
Cidade de Campina Grande - PB

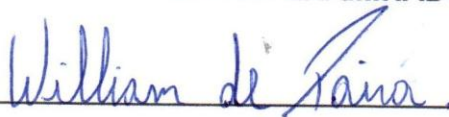
## REDIMENSIONAMENTO DOS ITINERÁRIOS DE COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES DA CIDADE DE CAMPINA GRANDE - PB

Monografia apresentada no curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. William de Paiva

Aprovada em 28/07/2014

### BANCA EXAMINADORA



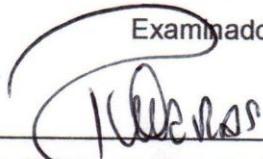
Prof. Dr. William de Paiva / UEPB

Orientador



Prof. Dr. Valderi Duarte Leite / UEPB

Examinadora



Ruitter Sansão de Nazareno Tavares / Coord. Defesa Civil - PMCG

Examinadora

## AGRADECIMENTOS

A Deus, primeiramente, por tudo o que Ele tem feito, e ainda por tudo o que irá fazer. Obrigado pelas oportunidades e por ser minha fonte inspiradora, minha força essencial.

A minha Mãe, Maria José (Teinha), pelo amor, paciência, investimento, compreensão, incentivo, sacrifício, orações, cuidado, cobrança, alegria e reconhecimento das vitórias alcançadas, sem ela não conseguiria chegar onde cheguei.

Ao meu pai, Emanuel Tavares Monteiro (In Memoriam), tenho certeza que de onde você estiver, estás feliz assim como nós. Você permanecerá eternamente em nossas lembranças e, principalmente em nossos corações.

A toda minha Família, em especial meu tio Jomeres Tavares Monteiro, que confiou em meu potencial, me deu oportunidade de aprimorar meus conhecimentos e esteve sempre ao meu lado me apoiando, incentivando, cobrando resultados e transmitindo toda sua experiência profissional, a qual vem contribuindo dia a dia com

A minha namorada, Carol Leite, pela cobrança e incentivo durante boa parte desta caminhada.

Ao Prof. William de Paiva, pela compreensão, paciência, disponibilidade e empenho dedicado em me orientar durante à elaboração deste *trabalho*.

A todos os meus amigos e companheiros de trabalho que fizeram parte da minha formação. De modo especial, meu muito obrigado a José Francisco dos Santos Filho (Nininho), Humberto Costa Figueiredo e Fernanda Almeida, os quais me ajudaram de todo coração transmitindo seus conhecimentos, me incentivando e me apoiando durante a elaboração deste trabalho.

A todos que fazem parte da Universidade Estadual da Paraíba que certamente contribuíram para meu desenvolvimento intelectual e minha formação profissional.

**MONTEIRO, J. L. A. Redimensionamento dos itinerários de coleta de resíduos sólidos domiciliares da cidade de Campina Grande - PB.** Monografia. UEPB, Campina Grande-PB; 2014.

**RESUMO:**

A coleta de resíduos sólidos domiciliares em Campina Grande-PB é realizada regularmente em dias alternados. O sistema é composto por vinte roteiros, dez nas segundas, quartas e sextas e mais dez nas terças, quintas e sábados. O presente trabalho teve como objetivo estudar o dimensionamento dos itinerários do serviço de coleta e transporte de resíduos sólidos urbanos domiciliares da cidade de Campina Grande-PB. A metodologia consistiu inicialmente em dividir a cidade em subáreas (Comercial e Domiciliar). Posteriormente os itinerários de coleta domiciliares foram percorridos diariamente para o reconhecimento e análise das características de cada setor, dimensionando a extensão de cada rota, calculando o tempo de coleta e registrando o peso de resíduos coletados em cada viagem. Desse modo, foram reunidos todos os dados, a fim de construir um diagnóstico atual do projeto do sistema de coleta local, possibilitando propor uma alternativa que evite a necessidade de horas extras de trabalho, considerando a mesma produtividade da equipe de guarnição.

**Palavras-chaves:** Resíduos sólidos.Coleta. Itinerários.

**MONTEIRO, J. L. A.** Resizing the itineraries of collecting solid waste from the city of Campina Grande - PB. Monograph.UEPB, Campina Grande-PB; 2014.

**ABSTRACT:**

The collection of solid waste in Campina Grande-PB is held regularly on alternate days. The system consists of twenty screenplays ten on Mondays, Wednesdays and Fridays and ten on Tuesdays, Thursdays and Saturdays. The present work aimed to study the dimensioning of the collection service routes and transportation of household solid waste from the city of Campina Grande-PB. The methodology initially consisted of dividing the city into subareas (Business and Home). Later itineraries home collection were flown daily to the recognition and analysis of the characteristics of each sector, by scaling the length of each route, calculating the time of collecting and recording the weight of waste collected on each trip. Thus, all data were collected in order to build a current diagnosis of the local collection system design, enabling propose an alternative that avoids the need for overtime work, considering the same team productivity trim..

**Keywords:** Solid waste. Collection. Itineraries.

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	7
2.	OBJETIVO GERAL.....	9
2.1.	Objetivos específicos .....	9
3.	REFERENCIAL TEÓRICO .....	10
3.1.	Resíduos sólidos: .....	10
3.1.1.	Definição:.....	10
3.1.2.	Classificação: .....	11
3.1.2.1.	Quanto à origem: .....	11
3.1.2.2.	Quanto à periculosidade: .....	11
3.2.	Sistema de limpeza urbana .....	12
3.3.	Ações do sistema de limpeza urbana.....	12
3.3.1.	Varrição.....	12
3.3.2.	Capinação e roçagem .....	12
3.3.3.	Limpeza de praias .....	13
3.3.4.	Limpeza de feiras .....	13
3.3.5.	Limpeza de bocas-de-lobo, galerias e córregos.....	13
3.3.6.	Remoção de animais mortos .....	13
3.3.7.	Pinturas e meio fios .....	13
3.3.8.	Coleta de resíduos volumosos e entulho .....	14
3.3.9.	Coleta de resíduos domiciliares .....	14
3.3.9.1.	Acondicionamento, armazenamento e disposição;.....	14
3.3.9.2.	Itinerários de coleta .....	16
3.3.9.3.	Veículos coletores .....	16
3.3.9.4.	Equipe de guarnição.....	17
3.3.9.5.	Freqüência de coleta .....	17
3.3.9.6.	Forma de coleta .....	18
3.3.9.7.	Horário de coleta.....	19
3.3.9.8.	Regularidade da coleta.....	19
3.3.9.9.	Destinação final .....	19
4.	METODOLOGIA .....	23
4.1.	Apresentação do campo de estudo.....	23
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	28



<b>6. CONCLUSÃO .....</b>	<b>36</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>38</b>

## **ANEXOS**

**ANEXO I – Ficha de Controle de Coleta Domiciliar**

## 1. INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da humanidade existe a produção de resíduos sólidos. Toda e qualquer comunidade em virtude de suas atividades pessoais, culturais e econômicas produz resíduos, independentemente do seu modo de vida.

A quantidade gerada e sua composição são proporcionais ao crescimento populacional, associado à concentração dessa população em centros urbanos e ao padrão de consumo da sociedade. Segundo Philippi Jr. (2010, p. 273), “padrões de consumo são formas de extração de recursos naturais, processamento, uso e descarte dos resíduos”. O estilo do padrão varia de acordo com o porte da cidade, bem como a cultura, economia e as tecnologias disponíveis no local.

Os resíduos sólidos urbanos são um dos grandes agentes causadores de poluição ambiental, à medida que crescem os centros urbanos, aumenta a produção de resíduos e consigo a problemática da destinação final desses materiais.

Evidentemente, é de extrema importância o manejo adequado desses resíduos, pois quando não são acondicionados, coletados, transportados, tratados e dispostos adequadamente, oferecem alimento e abrigo para muitos vetores de doenças, especialmente roedores e insetos, gerando um grande problema de saúde pública. Além disso, podem ocasionar a degradação do meio ambiente, devido à percolação do chorume, proveniente da decomposição da matéria orgânica, contaminando o solo e as águas, bem como a manifestação de alguns gases para atmosfera, tais como metano e sulfídrico.

O sistema de limpeza urbana constitui o conjunto de atividades essenciais à saúde pública e ao bem estar ambiental. “A etapa de coleta, além de ter um caráter sanitário fundamental, corresponde a aproximadamente 80% dos custos referentes ao serviço de limpeza urbana” (FUNASA, 2006, p. 236). Sob esse aspecto torna-se extremamente necessário o bom planejamento deste serviço, de modo que garanta à população a universalidade do serviço prestado, bem como a regularidade da coleta, em períodos, frequência e horários pré-estabelecidos.

A falta de planejamento e avaliação das etapas de coleta e transporte de RSU, pode provocar além do aumento nos custos referente à operação destes serviços, o desgaste acelerado dos equipamentos utilizados, bem como a exposição dos trabalhadores à riscos ergonômicos, físicos, químicos e biológicos. Tais riscos

diminuem a produtividade e aumenta a vulnerabilidade a doenças e acidentes de trabalho.

A realização deste trabalho objetivou acompanhar o serviço de coleta e destinação final dos RSU de uma cidade de médio porte, agrupando informações sobre a situação atual do serviço oferecido à população, analisando e discutindo fatores como: dimensionamento dos itinerários, concentração de resíduos por roteiro, dificuldades no acesso de vias, participação da população quanto ao acondicionamento e disposição dos resíduos em lugares adequados e horários pré-estabelecidos, produtividade da equipe de guarnição, necessidade da realização de horas extras para conclusão da coleta diária, desgaste físico excessivo da equipe de guarnição, entre outros. Desse modo, tornou-se possível propor uma alternativa que possa contribuir para melhoria do sistema.

## **2. OBJETIVO GERAL**

Redimensionar os itinerários do sistema de coleta e transporte de resíduos sólidos domiciliares da cidade de Campina Grande - PB.

### **2.1. Objetivos específicos**

- ✓ Acompanhar o serviço de coleta de resíduos sólidos urbanos domiciliares de uma cidade de médio porte;
- ✓ Acompanhar o serviço de destinação final de resíduos sólidos urbanos domiciliares de uma cidade de médio porte;
- ✓ Avaliar a situação atual dos itinerários de coleta de resíduos, discutindo fatores;
- ✓ Propor uma alternativa que possa contribuir para melhoria do sistema.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1. Resíduos sólidos:

##### 3.1.1. Definição:

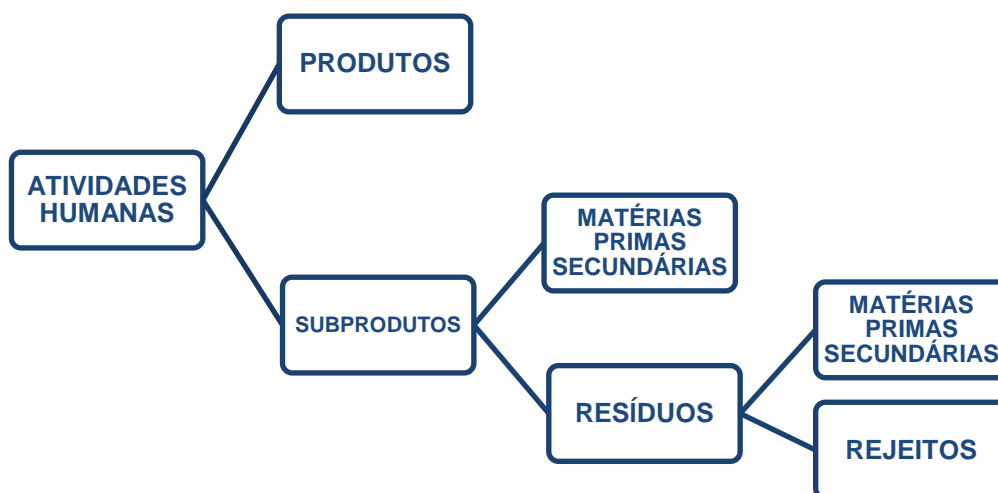
Segundo IBAM (2001, p.25), “Resíduos Sólidos compreendem todo material indesejável ou sem utilidade por parte do seu proprietário e que mesmo possuindo um valor econômico em sua fase residual, necessita ser removido do seu local de origem por causar incomodo.” Sua composição é variável de acordo com os hábitos e costumes de cada população.

No *Manual de Saneamento da Funasa*(BRASIL, 2006, p. 227), resíduos sólidos são apresentados como:

Materiais heterogêneos (inertes, minerais e orgânicos), resultantes das atividades humanas e da natureza, os quais podem ser parcialmente utilizados, gerando, entre outros aspectos, proteção à saúde pública e economia de recursos naturais. Os resíduos Sólidos constituem problemas sanitário, econômico e principalmente estético.

De modo geral, Philippi Jr.(2010, p.272), descreve resíduos sólidos como “subprodutos da atividade humana, que podem ser reinseridos no processo produtivo, tornando-se matérias primas secundárias”, enquanto a parcela que não consegue ser reaproveitada é denominada *rejeito*, conforme **Figura 1**:

Figura 1: Diagrama esquemático de resíduos sólidos.



Fonte: Adaptado de Philippi Jr. (2010).

### 3.1.2. Classificação:

A classificação dos resíduos sólidos tem um papel importante na identificação das atividades ou processos, os quais lhes deram origem, e aos possíveis riscos potenciais de contaminação do meio ambiente, bem como as responsabilidades dos geradores.

#### 3.1.2.1. Quanto à origem:

O Manual de Saneamento da FUNASA (BRASIL, 2006), classifica os resíduos sólidos da seguinte maneira:

- Domiciliares;
- Industriais;
- Comerciais;
- Serviço de Saúde;
- Serviços de Transporte;
- Varrição (Logradouros, praias, feiras, eventos, etc.)
- Construção Civil;
- Agrícola;
- Abatedouro de aves;
- Matadouro;
- Estábulo;

#### 3.1.2.2. Quanto à periculosidade:

Segundo a norma técnica NBR 10004, os resíduos sólidos podem ser enquadrados de acordo com as seguintes classes:

- **Resíduos Classe I - Perigosos:** Possuem características que trazem riscos ao meio ambiente e/ou a saúde pública. Podem ser tóxicos, corrosivos, radioativos, patogênicos, inflamáveis.
- **Resíduos classe II – Não perigosos:** Possuem uma constituição mais ampla, as quais não apresentam riscos potenciais de contaminação, sendo subdivididos em duas classes:

- **Resíduos classe II A – Não inertes:** Não apresentam característica de periculosidade, nem são inertes. Incluem-se nessa categoria os resíduos sólidos domiciliares e outros combustíveis ou biodegradáveis como: madeira, papel e podas de jardim.
- **Resíduos Classe II B – Inertes:** São aqueles que, submetidos ao teste de solubilização, não tiveram nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água.

### **3.2. Sistema de limpeza urbana**

O Sistema de Limpeza Urbana é um conjunto de atividades com objetivo de preservar a saúde local e promover um meio ambiente limpo, sadio e agradável para o bem-estar comum de uma população. Estas ações são de responsabilidade do poder público municipal.

### **3.3. Ações do sistema de limpeza urbana**

#### **3.3.1. Varrição**

O serviço de varrição atende às principais ruas e logradouros públicos de uma cidade. Este serviço pode ser realizado de forma manual ou mecanicamente, e objetiva minimizar os riscos a saúde da população, de modo que mantenha a cidade limpa e livre de riscos contra enchentes e assoreamentos de rios.

#### **3.3.2. Capinação e roçagem**

A Capinação pode ser realizada de duas maneiras: manualmente ou por tratamento químico.

De acordo com D'Almeida (2000, p. 73), "Na capinação manual, geralmente são necessárias grandes equipes para atender a demanda da cidade, considerando uma produtividade de 150m<sup>2</sup>/dia/operário". Já no tratamento químico, são utilizados herbicidas e adota-se uma "produtividade de pulverização de 10 mil m<sup>2</sup>/dia/operário", entretanto essa ação pode afetar animais, plantas, a população residente nas proximidades e até mesmo a saúde do próprio operário. Este serviço deve ser acompanhado por um engenheiro agrônomo.

Realiza-se a roçagem quando é necessário manter uma cobertura vegetal a fim de evitar deslizamentos, erosões, ou até mesmo por questões estéticas.

### 3.3.3. Limpeza de praias

Realizada nas cidades litorâneas, com frequência de limpeza e número de equipes, superiores em estações de verão, onde o movimento é mais intenso. Cestos e tambores devem estar dispostos ao longo das praias e devem ser mantidos sistematicamente vazios.

### 3.3.4. Limpeza de feiras

Os resíduos demarcados públicos devem ser imediatamente retirados após a conclusão das atividades comerciais. Um ponto importante é a higienização das áreas onde foram comercializados peixes e carnes, estas, devem ser lavadas e complementadas com a aplicação de desinfetantes.

### 3.3.5. Limpeza de bocas-de-lobo, galerias e córregos.

Este serviço deve manter regularidade de execução, de modo a prevenir contra inundações e enchentes. Áreas de grande circulação de pedestres e que possivelmente não seja atendida por varrição, devem ser priorizadas. A execução do serviço pode ser manual ou mecanicamente.

### 3.3.6. Remoção de animais mortos

A remoção de animais de grande porte mortos possui um caráter fundamental à saúde pública e deve ser realizado utilizando caminhões de carroceria fechada ou não, munidos com guincho.

### 3.3.7. Pinturas e meio fios

Em complemento as atividades de varrição e capinação, a pintura de meios-fios destaca a limpeza do logradouro, e tem grande importância na orientação do tráfego de veículos. Utiliza-se Cal ou Tintas Látex, de modo que proporcione visibilidade aos que transitam pelo local.



### 3.3.8. Coleta de resíduos volumosos e entulho

Serviço realizado por caminhões basculantes, associados a pás-carregadeiras. O atendimento à população é um dos persistentes problemas enfrentados pelas prefeituras, pois estes resíduos são diariamente descartados clandestinamente pela cidade, contribuindo para proliferação de vetores e comumente atrapalhando o trânsito de pedestres e de veículos, além de agredir a estética da cidade. A demanda torna-se tão grande que há uma excessiva demora no retorno à localidade atendida.

### 3.3.9. Coleta de resíduos domiciliares

A coleta de resíduos domiciliares consiste em uma ação sanitária, a qual visa o afastamento dos resíduos do meio onde ele é gerado, e encaminhado a um possível tratamento e a disposição final.

Segundo Bretas (2002, p.187), “a coleta e transporte de lixo regular, dentre as demais atividades de limpeza pública, é a que gera, pela população, reclamações intensas e imediatas, quando da sua não realização”. Portanto, nota-se que a qualidade deste serviço depende de um equilíbrio participativo entre a população geradora e o órgão municipal responsável pela limpeza urbana, de modo que ambos possam cumprir o seu papel a fim de manter um ambiente limpo, saudável e agradável ao bem estar comum da população.

#### 3.3.9.1. Acondicionamento,armazenamento e disposição;

A Primeira etapa do processo de remoção de resíduos sólidos consiste no acondicionamento dos mesmos, em embalagens propícias ao volume, forma e tipo de resíduo.

Acondicionar os resíduos sólidos domiciliares significa prepará-los para a coleta de forma sanitariamente adequada, como ainda compatível com o tipo e a quantidade de resíduos. (IBAM, 2001, p.45)

A qualidade da execução do serviço de coleta está diretamente ligada ao equilíbrio participativo entre o órgão executor e a população, a qual deve contribuir de forma adequada com o acondicionamento, armazenamento e disposição das

embalagens, nos locais, dias e horários estabelecidos pelo órgão de limpeza urbana municipal.

O acondicionamento adequado, seguido da disposição em local indicado, além de otimizar o sistema de coleta, previne acidentes, evita a proliferação de vetores, minimiza a poluição visual e o mau cheiro.

Na maioria das cidades brasileiras, comumente se observa o surgimento de pontos de acumulação de resíduos a céu aberto, devido a atitudes inconseqüentes da própria sociedade, a qual, embora seja beneficiada com a coleta domiciliar porta a porta, descartam indevidamente seus resíduos em logradouros públicos e terrenos baldios. Este tipo de atividade, além de agredir o meio ambiente, dificulta a coleta e torna-se um atrativo a animais.

Os cães costumam rasgar os sacos plásticos para ter acesso aos restos de alimentos; os cavalos sacodem violentamente os sacos plásticos, espalhando lixo em grande área; os porcos aprendem até a derrubar contêineres. Existem ainda os ratos que se alimentam e proliferam no lixo. (IBAM, 2001, p.46).

Existem diversos tipos de recipientes que podem ser utilizados no acondicionamento dos resíduos, tais como: latas, baldes, sacos plásticos, caixotes de madeira, latões de óleo, contêineres metálicos ou plásticos, dentre outros. A escolha do tipo de embalagem deve ser orientada a partir das características dos resíduos, da quantidade gerada, da freqüência de coleta, do tipo de edificação e dos custos do recipiente.

Para a coleta domiciliar, geralmente é utilizado sacos plásticos, os quais, segundo IBAM (2001, p. 47), “são as embalagens mais adequadas para acondicionar o lixo quando a coleta for manual”, logo são facilmente vedados, leves, permitem recolhimento silencioso e não são retornáveis, tornando-se bastante útil para a coleta noturna e resultando assim, em uma maior produtividade da coleta.

Durante muito tempo existiu a cultura, nas regiões norte e nordeste do Brasil, de acondicionar o lixo domiciliar em recipientes confeccionados com borracha de pneus velhos. Por um lado, a reutilização desse tipo de material contribui com a saúde do meio ambiente, já em relação à coleta, gera um desgaste físico elevado dos garis, os quais precisam desempenhar um esforço maior para o manejo dos resíduos, visto que esses baldes possuem peso elevado, e ainda são retornáveis,

causando exposição no logradouro após o recolhimento do lixo, assim como a necessidade de higienização por parte da população.

#### 3.3.9.2. Itinerários de coleta

“Itinerários de coleta são os trajetos que os veículos coletores devem percorrer dentro de um mesmo setor” (D’ALMEIDA, 2000, p. 61), num mesmo período, transportando o máximo de resíduos num mínimo de percurso improdutivo, com o menor desgaste possível para a guarnição e o veículo.

Os trechos pelos quais o veículo trafega sem realizar coleta chama-se “*percurso improdutivo*”, estes servem apenas para o deslocamento de um ponto a outro, como por exemplo, a saída da garagem até o ponto inicial de coleta. Já o “*percurso morto*”, é aquele repetido apenas para as manobras em respeito ao trânsito, com o objetivo de acesso a outros locais na seqüência utilizada para a coleta.

O planejamento dos itinerários de coleta deve ser dinâmico, de modo que possibilite futuras alterações, decorrentes de mudanças na direção do tráfego, pavimentação de vias, surgimento de novas edificações, entre outros.

#### 3.3.9.3. Veículos coletores

Os veículos coletores de resíduos sólidos podem ser de dois tipos: compactadores ou sem compactação. Os compactadores agilizam a atividade de coleta devido à maior capacidade de acumulação de resíduos antes da descarga na estação de transbordo ou aterro sanitário. Porém, esses tipos de caminhões geram custos operacionais elevados em relação ao sem compactação, tornando-o inviável para cidades de pequeno porte, no que se trata do equilíbrio custo-benefício.

O IBGE estabelece critérios demográficos para a definição do porte das cidades (Pequeno, Médio e Grande). Desse modo, ficam consideradas como Pequeno Porte, aquelas cidades que possuem população até 100 mil habitantes. Enquanto isso, as que possuem entre 100 e 500 mil habitantes, são classificadas como Médio porte, e as que possuem acima de 500 mil, como sendo Grande Porte.

Para efetuar com eficiência a coleta domiciliar de resíduos sólidos, os equipamentos coletores devem possuir algumas características como: não permitir derramamento do lixo ou do chorume nas vias públicas, apresentar taxa de

compactação de pelo menos 3:1, ou seja, cada 3 m<sup>3</sup> de resíduos ficarão reduzidos, por compactação, a 1m<sup>3</sup>; apresentar altura de carregamento na linha de cintura dos garis, ou seja, no máximo a 1,20m de altura em relação ao solo; dispor de local adequado para transporte dos trabalhadores; apresentar descarga rápida do lixo no destino (no máximo em três minutos); distribuir adequadamente a carga no chassi do caminhão; apresentar capacidade adequada para o menor número de viagens ao destino, nas condições de cada área, dentre outras.

#### 3.3.9.4. Equipe de guarnição

Segundo Monteiro (2001), a equipe de guarnição é o conjunto de trabalhadores (garis) lotados num veículo coletor, envolvidos na atividade de coleta dos resíduos sólidos.

O número de trabalhadores distribuídos em cada caminhão deve ser baseado nas capacidades volumétricas de cada veículo, bem como nas características e necessidades de cada região, de modo que a equipe seja composta por uma quantidade de trabalhadores suficiente no sentido de evitar esforços físicos excessivos ao ser humano.

Segundo Lima (2001), o gari coletor de resíduos consegue, sem grande esforço físico, coletar até 4 toneladas de resíduos em 8 horas de trabalho geralmente divididas em dois turnos de trabalho. A guarnição para os caminhões compactadores é de 3 a 4 garis por veículo.

#### 3.3.9.5. Freqüência de coleta

A Freqüência de coleta é o número de vezes, durante a semana, em que se realiza a remoção dos resíduos gerados pela população de uma determinada área da cidade.

Segundo Philippi Jr. (2010, p. 280), “a definição da freqüência a ser implantada na coleta de resíduos de uma determinada cidade, deve basear-se no equilíbrio entre os custos operacionais e o acúmulo de resíduos nos domicílios”, de modo que não haja um gasto desnecessário para prestação de um serviço com qualidade.

A frequência da coleta deve ser definida em função do custo e do acúmulo de resíduos. Quanto maior a frequência, maior o custo, porém, quanto menor a frequência maior será o acúmulo de resíduos nos domicílios. No caso dos resíduos orgânicos, uma frequência muito baixa causa mau cheiro e a proliferação de vetores (Philippi, 2010, p. 280).

Lima (2002) aconselha que “a coleta domiciliar diária, somente é necessária nas localidades onde existe grande produção de resíduos sólidos”. Essas regiões são assim caracterizadas, devido ao intenso tráfego de pessoas e/ou veículos, geralmente no centro da cidade e nas vias de acesso ao município. Destacam-se também, as áreas de intenso comércio, mesmo que estejam situadas nos bairros.

A frequência da coleta alternada traz uma economia da ordem de 30% a 40% em relação à coleta diária. Para o bom funcionamento da coleta alternada é necessário que se cumpram os horários com rigor, e realiza - lá mesmo aos sábados, na maioria dos feriados e ainda com repasse aos domingos em zonas de grande geração de resíduos (LIMA, 2002).

#### 3.3.9.6. Forma de coleta

A coleta de resíduos pode ser realizada de duas formas: Unificada ou com Segregação de Materiais.

A coleta unificada é a convencional, a mais utilizada no Brasil, por ter baixo custo e simples gerenciamento. Nela, todos os tipos de resíduos domiciliares são coletados de forma conjunta e armazenados no mesmo compartimento de um veículo.

Já a coleta segregada, comumente conhecida como Coleta Seletiva, pode ser realizada por duas maneiras: Sistema de entrega voluntária, por meio de contêineres em pontos estratégicos ou porta a porta. Este tipo de coleta facilita o reaproveitamento dos resíduos, segregando diretamente na fonte geradora, entretanto dificulta o gerenciamento e possui altos custos de operação, conforme apresenta Philippi Jr:

O transporte constitui geralmente parte importante do custo do sistema de resíduos sólidos. No caso da coleta seletiva, os resíduos recicláveis apresentam uma densidade média cinco vezes inferior dos misturados, o que faria supor um custo de transporte cinco vezes maior. (2010 apud CALDERONI 1998, p. 282).

#### 3.3.9.7. Horário de coleta

Usualmente a coleta de resíduos domiciliares é realizada durante o dia, pois dessa forma a fiscalização do serviço torna-se mais fácil, bem como a prestação de manutenção dos equipamentos, a segurança dos trabalhadores, a disponibilidade de transporte para os operários, prevenção de problemas devido a geração de ruídos por parte dos veículos coletores e a redução dos custos de mão de obra, devido à ausência do adicional noturno.

Enquanto isso, a coleta noturna propicia melhores condições térmicas aos trabalhadores em regiões de clima quente, como também uma maior produtividade em áreas que possui trânsito intenso, tanto de veículos, quanto de pedestres.

#### 3.3.9.8. Regularidade da coleta

Sob o ponto de vista de Monteiro (2001, p. 61),

A coleta dos resíduos domiciliares devem ser efetuada em cada imóvel, sempre nos mesmos dias e horários, regularmente. Somente assim os cidadãos habituar-se-ão e serão condicionados a colocar os recipientes ou embalagens do lixo nas calçadas, em frente aos imóveis, sempre nos dias e horários em que o veículo coletor irá passar.

Desse modo os resíduos não ficarão expostos por muito tempo nos logradouros, reduzindo assim os problemas estéticos e o espalhamento por animais, pessoas ou até mesmo pela água em dias de chuva, podendo entupir galerias e servir de alimento para vetores de doenças.

O sistema ideal cumpre com a regularidade na coleta, estabelecendo o recolhimento em dias e horários pré-estabelecidos e divulgados a população local. Dessa forma a população vai se habituando ao horário de colocar os resíduos para a calçada.

#### 3.3.9.9. Destinação final

“O gerenciamento de resíduos sólidos se baseou, historicamente, na coleta e no afastamento dos resíduos” (PHILIPPI JR., 2010, p. 283). Ou seja, os órgãos públicos focalizavam na eficiência da execução do serviço de limpeza urbana, de

modo a deixar a cidade limpa, afastando os materiais que pudessem estar causando incômodo a população.

Esse serviço, quando executado com eficiência, gera uma nova visão da cidade e o bem estar na população, a qual fica com a sensação de “problemas resolvidos”, apenas pelo desaparecimento dos materiais indesejáveis de seu campo de visão.

Monteiro (1999) revela que “a disposição de resíduos sólidos consiste na colocação dos mesmos em locais onde possam permanecer por tempo indeterminado”, sem causarem dano ao homem ou ao meio ambiente, seja em estado natural, seja transformado em um produto adequado a essa permanência, o que implica na construção de um aterro sanitário.

O Aterro sanitário é uma obra de engenharia a qual permite a disposição final de resíduos sólidos no solo, de modo que ocorra um confinamento seguro, evitando riscos à saúde pública e ao meio ambiente.

Apesar disso, Lima (2001) destaca que para a instalação de um aterro sanitário, fazem necessárias algumas medidas, como:

- Proteger as águas subterrâneas e superficiais de possíveis contaminações oriundas do aterro;
- Dispor, acumular e compactar diariamente o lixo na forma de células, trabalhando com técnicas corretas para possibilitar o tráfego imediato de caminhões coletores, equipamentos e para reduzir recalques futuros no local;
- Recobrir diariamente o lixo com uma camada de terra de 20 cm para impedir a procriação de insetos e animais indesejáveis ou, ainda, de outros vetores como a entrada de catadores a procura de materiais e alimentos;
- Controlar os gases e líquidos provenientes do aterro;
- Acessos internos e externos em boas condições, mesmo em tempos de chuva;

Mesmo prevenindo problemas a saúde pública e evitando a contaminação do meio ambiente, os aterros sanitários podem chegar ao estado de saturação, onde a área destinada à obra de engenharia, não comporta a demanda de resíduos recebidos diariamente. Outrossim, são desperdiçados inúmeros materiais

recicláveis, juntamente com a matéria orgânica a qual poderia ser transformada em adubo. O bom gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos, além de aumentar a vida útil dos aterros sanitários, gera emprego e renda aos catadores, economiza matérias primas na industrialização de novos produtos bem como a redução do gasto de energia.

Em agosto de 2010, foi sancionada a Lei nº 12.305,

Esta Lei institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluindo os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

Pela nova lei, os governos municipais e estaduais devem elaborar o plano de resíduos sólidos, com diagnóstico da situação atual dos resíduos e as metas para redução e reciclagem. Além disso, deverão dar fim aos lixões e buscar soluções consorciadas com outros municípios. As prefeituras devem identificar os principais geradores e calcular melhor os custos, criando indicadores para medir o desempenho do serviço público.

Organizados em cooperativas, a PNRS valoriza o trabalho dos catadores, organizando-os como agentes formais na gestão dos resíduos urbanos, promovendo treinamentos de modo que torne-os capacitados para ampliar produção, reduzir os riscos a sua saúde, e aumentar a quantidade e melhora da matéria prima reciclada.

São princípios da Política Nacional dos Resíduos Sólidos: integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. (Cap. II, art. 6º, XII).

Outro ponto da PNRS é o conceito da responsabilidade compartilhada, a Logística Reversa, onde indústrias, lojas, supermercados, distribuidores, importadores e comércio em geral estão obrigados a recolher os resíduos, após consumo da população, para a reintegração de desses materiais como matéria prima à produção industrial.

(...) os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes têm responsabilidade que abrange reconhecimento dos produtos e dos resíduos remanescentes após uso, assim como sua subsequente destinação final, ambientalmente adequada, no caso de produtos objeto de sistema de logística reversa (...). (Cap.III, Seção II, Art.31,IV).



Para esta nova lei sair do papel, é necessário o equilíbrio participativo entre governo, empresas e população, a qual precisa separar (Secos e Orgânicos) os resíduos gerados em suas residências e em seu ambiente de trabalho, de modo que facilite a coleta seletiva e promova a transformação do problema do lixo em novas atitudes que melhoram a qualidade de vida nas cidades.

Sempre que estabelecido sistema de coleta seletiva pelo plano municipal, os consumidores são obrigados a acondicionar adequadamente e de forma diferenciada os resíduos. (Cap. III Seção II, art 35).

De modo geral, a Política Nacional de Resíduos Sólidos lança uma visão moderna em busca da solução para problemática dos resíduos urbanos, tendo como premissa a responsabilidade compartilhada, impulsionando o retorno de resíduos ao ciclo de produção industrial, economizando matérias primas, energia, gerando emprego e renda e aumentando a vida útil dos aterros sanitários, os quais receberão apenas a pequena parcela dos rejeitos.

## 4. METODOLOGIA

O campo de estudo foi a cidade de Campina Grande – PB, mais precisamente, as áreas atendidas pela coleta domiciliar de resíduos sólidos.

### 4.1. Apresentação do campo de estudo

A cidade se situa no agreste paraibano, entre o litoral e o sertão do estado. Suas coordenadas geográficas são: 7°13'50" de latitude Sul e 35°52'52" de longitude Oeste, a 551 metros acima do nível do mar e aproximadamente 120 km da capital do Estado, João Pessoa.

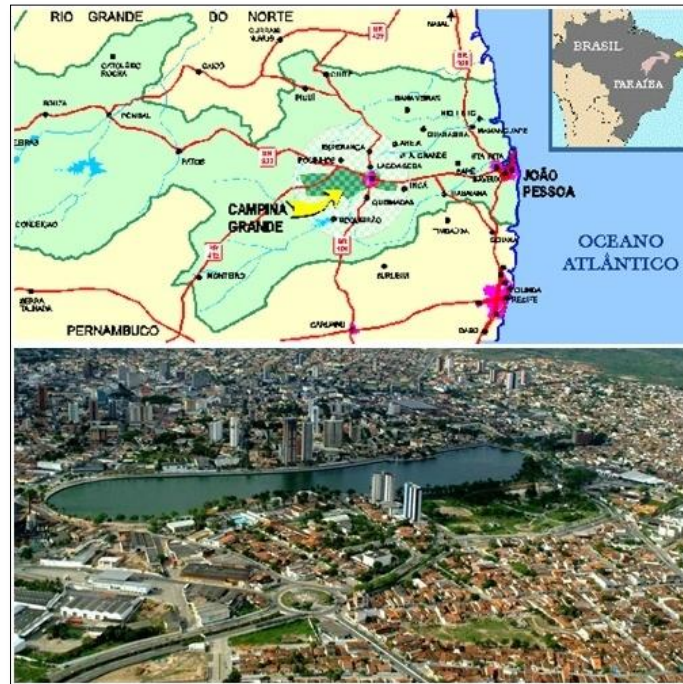
Sua localização proporciona um clima bastante agradável, ventilado e menos árido que o predominante no interior do município. As temperaturas máximas podem chegar, em média, a 33°C no verão e 18°C em dias de inverno, já as mínimas ficam em torno de 20°C no verão e 13°C nas noites mais frias do ano. O período chuvoso geralmente inicia em maio e vai até agosto, com umidade relativa do ar entre 75 e 82%. O Relevo é ondulado, principalmente na parte norte, sendo o centro da cidade, a região mais alta.

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, em de 2013, o município de Campina Grande possui uma população residente de aproximadamente 400.002 pessoas, distribuídas em uma área territorial de 594,2 km<sup>2</sup>, sendo a segunda cidade mais populosa da Paraíba, logo depois da capital.

Fazem parte do município de Campina Grande 54 bairros, juntamente com os seguintes distritos: Catolé de Boa Vista, São José da Mata e Galante, conforme **Figura 2**.

A economia local está voltada à extrações minerais, comércio varejista, atacadista e atividades industriais, atuantes no ramo de calçados, têxtil, mineração, alimentação, metalurgia, como também uma usina termoelétrica.

Figura 2 – Posição geográfica de Campina Grande-PB



Fonte: Enciclopédia Nordeste (2014).

### **Sistema de limpeza urbana**

O sistema de limpeza urbana local é vinculado à Secretaria Municipal de Serviços Urbanos e Meio Ambiente (SESUMA) e possui um caráter misto, ou seja, parte dos serviços são realizados diretamente pela SESUMA e a coleta domiciliar de resíduos sólidos é realizada por empresa terceirizada, a qual, segundo informações do Departamento de Limpeza Urbana, abrange cerca de 95% da área municipal.

A secretaria de Serviços Urbanos e Meio Ambiente é responsável pela manutenção e organização de praças, cemitérios, feiras livres, sistemas de drenagem, além de toda a limpeza urbana (varrição, capinação, pintura de meio fio, coleta de resíduos sólidos domiciliares, limpeza de terrenos baldios, remoção de podas de árvores, limpeza de córregos, dentre outras).

### **Processo de coleta de dados**

Iniciando os trabalhos, foi realizada uma visita ao Departamento de Limpeza Urbana, vinculado a SESUMA, a fim de obter informações sobre a situação atual do serviço de limpeza urbana local, tais como: Quantidade de itinerários, frequência de

coleta, quantidade de veículos coletores disponíveis pela empresa, tipos de veículos utilizados, capacidade de cada um deles, local de destinação final dos resíduos, equipes de guarnição, número de funcionários trabalhando na execução deste serviço, a quem compete à coleta dos resíduos do serviço de saúde e para onde são destinados, horário de início da coleta, local de saída, entre outras.

A segunda etapa do estudo foi realizada em campo, onde os itinerários de coleta foram percorridos para o reconhecimento das rotas atuais, a partir do horário de saída até o retorno à garagem, preenchendo um formulário **(Anexo I)**.

Por meio do acompanhamento diário, foram dimensionados todos os roteiros de coleta e transporte dos resíduos sólidos urbanos do município. O dimensionamento foi realizado pela diferença de quilometragem aferida no Hodômetro de cada veículo, conforme **Figura 3**.

Figura 3 – Hodômetro digital dos veículos coletores compactadores.



Além do dimensionamento de cada itinerário, também foram observados os tempos necessários para realizar a coleta e para transportar os RSU até o aterro sanitário, localizado no município de Puxinanã-PB, como também a pesagem de resíduos em cada viagem, o tempo de descarga do caminhão e as dificuldades particulares de realização da coleta em cada trecho.

Por fim foram reunidos todos os dados, com objetivo de construir um diagnóstico atual do sistema de coleta de resíduos sólidos urbanos domiciliares do município, possibilitando propor melhorias para otimização do serviço.

### **Método de dimensionamento dos itinerários de coleta**

O método de redimensionamento dos itinerários de coleta adotado encontra-se no Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (2001), e consistiu primeiramente em dividir a cidade em subáreas (comercial e domiciliar). Em seguida, foram levantadas e sistematizadas as características de cada roteiro da área domiciliar, conforme **Quadro1**. Diante das informações coletadas, foram dimensionados os itinerários, levando em consideração: a exclusão (ou minimização) de horas extras de trabalho, o estabelecimento de novos pesos de coleta por jornada e as concentrações de lixo em cada área.

Quadro 1 - Roteiros de coleta

SEGUNDAS, QUARTAS E SEXTAS		TERÇAS, QUINTAS E SÁBADOS	
ROTEIRO	BAIRROS ATENDIDOS	ROTEIRO	BAIRROS ATENDIDOS
2 - P	Bairro da Glória	3 - I	Alto Branco - PARTE
	Belo Monte		Jardim Tavares
	Conjunto Castelo Branco	5 - I	Alto Branco - PARTE
	Jardim América		Bairro das Nações
	Jardim Europa		Conceição
	Monte Castelo	7 - I	Monte Santo
	Nova Brasília		Palmeira
	Santo Antônio	9 - I	Bela Vista
4 - P	José Pinheiro		Centenário
6 - P	Conj. Argemiro de Figueiredo		São José - PARTE
	Mirante	11 - I	Bodocongó
	Parte do Catolé		Conjunto Severino Cabral
	Vila Sandra Cavalcante		Conjunto Universitário
8 - P	Itararé	13 - I	Bodocongó III
	Parte do Catolé		Chico Mendes
10 - P	Araxá		Grande Campina
	Conj. Dos Professores		Ramadinha II
	Jeremias		Sonho Meu
	Promorar	15 - I	CAIC
12 - P	Distrito dos Mecânicos	17 - I	Malvinas
	Estação Velha	19 - I	Liberdade
	Jardim Paulistano		Cinza
	Tambor		Dinamérica
14 - P	Jardim Quarenta		Rocha Cavalcante
	Quarenta		Santa Cruz - PARTE
	Santa Rosa	Verdejante	
16 - P	Cruzeiro	25 - I	Distrito de São José da Mata
	Novo Horizonte		Pedregal
	Parte do Santa Cruz		São Januário
	Ressureição	18 - P	Bairro das Cidades
20 - P	Catolé de Zé Ferreira		Catingueira
	Conjunto do IPEP		Presidente Medici
	Distrito de Galante		Três Irmãs
	Santa Terezinha	Vila Cabral	

**Legenda:**  
**P = Roteiros Pares**  
**I = Roteiros Ímpares**

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

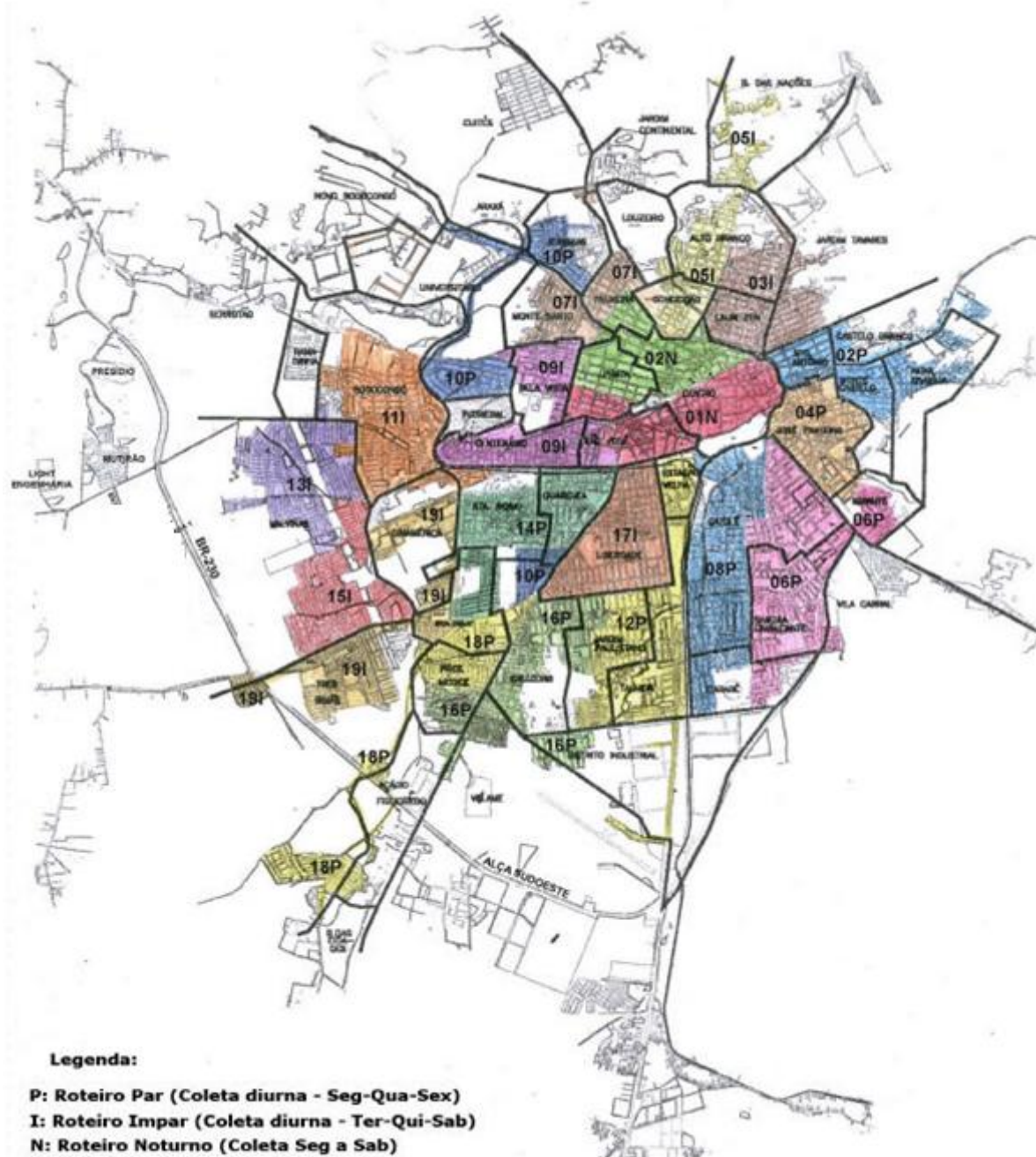
A coleta domiciliar de resíduos sólidos em Campina Grande é realizada regularmente em dias alternados. A cidade é dividida em três áreas, uma comercial e duas domiciliares. A região comercial é subdividida em dois itinerários e a coleta é realizada diariamente no turno da noite. Enquanto a domiciliar é realizada em dias alternados e fracionada em dez itinerários nas segundas, quartas e sextas (Roteiro Par), e mais dez, nas terças, quintas e sábados, os (Roteiro Ímpar), conforme **Figura 4**.

Como a frequência da coleta domiciliar é de três vezes por semana, os resíduos produzidos na sexta, só serão coletados na segunda feira seguinte, da mesma forma que a demanda gerada no sábado só será recolhida na terça-feira subsequente, demorando mais de dois dias para serem destinados ao aterro sanitário. Conseqüentemente, percebe-se que, as quantidades de resíduos recolhidos nestes dias são maiores que os demais dias de coleta. Em busca de dados mais seguros, os itinerários foram percorridos durante os dias de maior acumulação (segundas e terças).

Segundo informações da SESUMA, os itinerários atuais de coleta foram dimensionados no ano de 2004, enquanto a população residente era de aproximadamente 368.712 habitantes, as quais geravam em média 220ton/dia, porem dessa época até o presente momento, diversas alterações já foram adaptadas ao sistema, de modo que atenda as necessidades da população com eficiência. Atualmente, a população campinense gira em torno de 400.002 habitantes, gerando em média de 270 ton/dia de resíduos domiciliares.

Os veículos coletores são do tipo compactadores, variando capacidade entre 15 e 19 m<sup>3</sup>, conforme **Figura 5**. Os veículos de 19m<sup>3</sup> levam vantagem por conseguir armazenar uma maior quantidade de resíduos antes da descarga, agilizando a atividade de coleta, porém a cidade de Campina Grande apresenta em algumas regiões, dificuldades no acesso de vias, as quais não permitem manobras de veículos mais longos.

Figura 4 – Áreas de abrangência dos roteiros de coleta de Campina Grande-PB



Fonte: Susiene 2004.



Figura 5 – Caminhões compactadores com capacidades de 15 e 19m<sup>3</sup>.



A caçamba compactadora possui um sistema de esvaziamento e descarga automatizada, com uma adequada vedação da porta traseira que possibilita a retenção completa de chorume, o qual é acumulado em um depósito na parte inferior, mostrado na **Figura 6**.

Figura 6 – Sistema de vedação da porta traseira e depósito de armazenamento de chorume.



A coleta tem início às 6h30min, quando as equipes de guarnição são liberadas da garagem da empresa, localizada na alça sudoeste e destinam-se ao seu setor de atuação, conforme **Figura 7**

Figura 7 - Coletores saindo da garagem da empresa ao início da jornada de trabalho.



Diante do reconhecimento de cada roteiro e o acompanhamento das particularidades de cada região, foram levantados os seguintes dados, conforme **Tabela 1**.

Tabela 1: Dimensionamento dos itinerários de coleta de resíduos sólidos domiciliares de Campina Grande-PB

ITINERÁRIOS DAS SEGUNDAS, QUARTAS E SEXTAS											
Rota	Comprimento do Roteiro (m)	Peso de Resíduos (kg)	Tempo Médio de Coleta (h)	Nº de Garis da Guarnição	Nº de Viagens	Capacidade do Caminhão (m³)	ÍNDICES				
							kg / h	kg / m	kg / gari	kg / viagem m	m / viagem m
2-P	41.500	32.767	12,0	4	3	19	2.731	0,79	8.192	10.922	13.833
4-P	38.000	23.420	11,0	4	2	19	2.129	0,62	5.855	11.710	19.000
6-P	45.500	26.467	11,5	4	3	15	2.301	0,58	6.617	8.822	15.167
8-P	43.500	29.460	9,0	4	2	19	3.273	0,68	7.365	14.730	21.750
10-P	43.000	28.840	10,5	4	3	15	2.747	0,67	7.210	9.613	14.333
12-P	42.000	24.820	9,5	4	3	15	2.613	0,59	6.205	8.273	14.000
14-P	36.500	31.620	10,5	4	3	19	3.011	0,87	7.905	10.540	12.167
16-P	45.000	46.477	16,5	4	5	15	2.817	1,03	11.619	9.295	9.000
18-P	45.000	39.130	13,5	4	4	15	2.899	0,87	9.783	9.783	11.250
20-P	40.000	24.360	10,5	4	4	15	2.320	0,61	6.090	6.090	10.000
<b>Médias</b>	<b>42.000,0</b>	<b>30.736,1</b>	<b>11,5</b>	<b>4</b>	<b>3,2</b>	<b>16,6</b>	<b>2.684,1</b>	<b>0,7</b>	<b>7.684,0</b>	<b>9.997,9</b>	<b>14.050</b>
<b>Totais</b>	<b>420.000</b>	<b>307.361</b>	<b>114,5</b>	<b>40</b>	<b>32</b>	<b>166</b>	<b>***</b>	<b>***</b>	<b>***</b>	<b>***</b>	<b>***</b>

ITINERÁRIOS DAS TERÇAS, QUINTAS E SÁBADOS											
Rota	Comprimento do Roteiro (m)	Peso de Resíduos (kg)	Tempo Médio de Coleta (h)	Nº de Garis da Guarnição	Nº de Viagens	Capacidade do Caminhão (m³)	ÍNDICES				
							kg / h	kg / m	kg / gari	kg / viagem	m / viagem m
3-I	31.500	21.340	8,5	4	2	15,0	2.511	0,68	5.335	10.670	15.750
5-I	34.000	19.860	9,0	4	2	15,0	2.207	0,58	4.965	9.930	17.000
7-I	37.000	23.340	9,5	4	2	19,0	2.457	0,63	5.835	11.670	18.500
9-I	30.000	27.150	11,0	4	3	15,0	2.468	0,91	6.788	9.050	10.000
11-I	39.500	29.600	9,0	4	3	19,0	3.289	0,75	7.400	9.867	13.167
13-I	45.000	36.680	13,0	4	4	15,0	2.822	0,82	9.170	9.170	11.250
15-I	40.500	27.000	8,0	4	2	19,0	3.375	0,67	6.750	13.500	20.250
17-I	41.500	31.030	11,0	4	3	19,0	2.821	0,75	7.758	10.343	13.833
19-I	43.000	32.720	11,5	4	3	15,0	2.845	0,76	8.180	10.907	14.333
25-I	40.000	20.720	8,0	4	2	15,0	2.590	0,52	5.180	10.360	20.000
<b>Médias</b>	<b>38.200,0</b>	<b>26.944,0</b>	<b>9,9</b>	<b>4,0</b>	<b>2,6</b>	<b>16,6</b>	<b>2.738,4</b>	<b>0,7</b>	<b>6.736,0</b>	<b>10.546,7</b>	<b>15.408</b>
<b>Totais</b>	<b>382.000</b>	<b>269.440</b>	<b>98,5</b>	<b>40</b>	<b>26</b>	<b>166</b>	<b>***</b>	<b>***</b>	<b>***</b>	<b>***</b>	<b>***</b>

De acordo com a **Tabela 1**, os itinerários das segundas, quartas e sextas, apresentam uma média de 42 km por roteiro, os quais são coletados aproximadamente 30,8 toneladas de resíduos sólidos diariamente, sendo necessárias cerca de 11,5 horas de trabalho para finalizar o serviço diário. Enquanto

isso, nas terças, quintas e sábados, a média de extensão por itinerários é de 38,2 km, os quais geram aproximadamente 26,9 toneladas de resíduos cada, necessitando cerca de 10 horas para conclusão da jornada de trabalho. Vale destacar que a equipe de guarnição é composta de um motorista e quatro garis.

Os índices calculados mostram que nos roteiros pares, as equipes de guarnição coletam em média de 2.684,1 kg/h em cada roteiro, se aproximando da quantidade dos roteiros ímpares, que chegam a 2.738,4 kg/h/rota. Existem itinerários mais longos e outros mais curtos, porém varia as concentrações, as quais possuem média em torno de 0,7 kg/m/rota em ambos os tipos de roteiro. Durante os dias de coleta par, cada gari coleta em média 7,7 ton/dia, já nos ímpares a média chega a 6,7 ton/dia. Os veículos percorrem em média de 15 km até completar sua capacidade máxima e destinar-se ao Aterro Sanitário, localizado no município de Puxinanã-PB, armazenando em média de 10 ton. de resíduos.

Percebe-se que os trajetos dos veículos coletores necessitam de um redimensionamento, devido ao crescimento da população e ao aumento na geração de resíduos, ocasionando a necessidade de fazer horas extras para conclusão do serviço diário, comprometendo a saúde da equipe de guarnição, que fica mais vulnerável a riscos ergonômicos provocados pelo desgaste físico excessivo.

Supondo que a coleta deverá ser concluída em oito horas de trabalho, e buscando evitar a necessidade de horas extras, foi possível calcular os novos pesos a serem coletados em cada itinerário por jornada de trabalho, estabelecendo que seja mantida a mesma produtividade da equipe de guarnição.

—

Portanto, foram obtidos os seguintes resultados, conforme **Tabela 2**. Constata-se que, nos roteiros pares, a extensão de cada itinerário deverá ser reduzida em média 28,2%, pois, de acordo com a concentração de resíduos, a média de geração passará de 30,8 para 21,4t/rota. Enquanto isso, nos itinerários ímpares, ficou em 16,7%, os quais concentravam 27t/rota e após o redimensionamento deverão ser coletados aproximadamente 21,9 t/ rota.

Tabela 2: Dimensionamento dos novos itinerários de coleta de resíduos sólidos domiciliares da cidade de Campina Grande

ITINERÁRIOS DAS SEGUNDAS, QUARTAS E SEXTAS							
Rota	Comprimento do Roteiro (m)	ÍNDICES					
		kg / h	kg / m	NOVA JORNADA PROPOSTA (h)	PESO FUTURO [kg/h x Jornada de trabalho (h) ]	EXTENSÃO DO NOVO ITINERÁRIO [Peso futuro a ser coletado / kg/m]	REDUÇÃO DO ITINERÁRIO (%)
2-P	41.500	2.731	0,79	8,00	21.845	27.667	33,3
4-P	38.000	2.129	0,62	8,00	17.033	27.636	27,3
6-P	45.500	2.301	0,58	8,00	18.412	31.652	30,4
8-P	43.500	3.273	0,68	8,00	26.187	38.667	11,1
10-P	43.000	2.747	0,67	8,00	21.973	32.762	23,8
12-P	42.000	2.613	0,59	8,00	20.901	35.368	15,8
14-P	36.500	3.011	0,87	8,00	24.091	27.810	23,8
16-P	45.000	2.817	1,03	8,00	22.534	21.818	51,5
18-P	45.000	2.899	0,87	8,00	23.188	26.667	40,7
20-P	40.000	2.320	0,61	8,00	18.560	30.476	23,8
<b>Médias</b>	<b>42.000</b>	<b>2.684,1</b>	<b>0,7</b>	<b>***</b>	<b>21.472,4</b>	<b>300.523</b>	<b>28,4</b>
<b>Totais</b>	<b>420.000</b>	<b>***</b>	<b>***</b>	<b>***</b>	<b>214.724</b>	<b>30.052,3</b>	<b>28,2</b>

ITINERÁRIOS DAS TERÇAS, QUINTAS E SÁBADOS							
Rota	Comprimento do Roteiro (m)	ÍNDICES					
		kg / h	kg / m	NOVA JORNADA PROPOSTA (h)	PESO FUTURO [kg/h x Jornada de trabalho (h) ]	EXTENSÃO DO NOVO ITINERÁRIO [Peso futuro / kg/m]	REDUÇÃO DO ITINERÁRIO (%)
3-I	31.500	2.511	0,68	8,00	20.085	29.647	5,9
5-I	34.000	2.207	0,58	8,00	17.653	30.222	11,1
7-I	37.000	2.457	0,63	8,00	19.655	31.158	15,8
9-I	30.000	2.468	0,91	8,00	19.745	21.818	27,3
11-I	39.500	3.289	0,75	8,00	26.311	35.111	11,1
13-I	45.000	2.822	0,82	8,00	22.572	27.692	38,5
15-I	40.500	3.375	0,67	8,00	27.000	40.500	0,0
17-I	41.500	2.821	0,75	8,00	22.567	30.182	27,3
19-I	43.000	2.845	0,76	8,00	22.762	29.913	30,4
21-I	40.000	2.590	0,52	8,00	20.720	40.000	0,0
<b>Médias</b>	<b>38.200</b>	<b>2.738,4</b>	<b>0,7</b>	<b>***</b>	<b>21.907,1</b>	<b>31.624,4</b>	<b>16,7</b>
<b>Totais</b>	<b>382.000</b>	<b>***</b>	<b>***</b>	<b>***</b>	<b>219.071</b>	<b>316.244</b>	<b>17,2</b>

Mediante os resultados obtidos pela redução da extensão de cada rota, foi possível calcular o número de novos itinerários que deveriam ser criados para o cumprimento da coleta diária de resíduos sólidos domiciliares dentro da jornada de trabalho estabelecida (08 horas/dia), conforme **Tabela 3**.

Tabela 3: Dimensionamento do número dos novos itinerários de coleta de resíduos sólidos domiciliares da cidade de Campina Grande - PB

<b>ITINERÁRIOS DAS SEGUNDAS, QUARTAS E SEXTAS</b>	
<b>PESO TOTAL DE RESÍDUOS QUE DEVERÃO SER COLETADOS PELOS NOVOS ITINERÁRIOS</b> [Peso atual - Peso futuro]	<b>NÚMERO DE NOVOS ITINERÁRIOS A SEREM CRIADOS</b> [PESO TOTAL DE RESÍDUOS QUE DEVERÃO SER COLETADOS PELOS NOVOS ITINERÁRIOS / MÉDIA DE RESÍDUOS EM CADA NOVO ITINERÁRIO]
92.637	4,0

<b>ITINERÁRIOS DAS TERÇAS, QUINTAS E SÁBADOS</b>	
<b>PESO TOTAL DE RESÍDUOS QUE DEVERÃO SER COLETADOS PELOS NOVOS ITINERÁRIOS</b> [Peso atual - Peso futuro]	<b>NÚMERO DE NOVOS ITINERÁRIOS A SEREM CRIADOS</b> [PESO TOTAL DE RESÍDUOS QUE DEVERÃO SER COLETADOS PELOS NOVOS ITINERÁRIOS / MÉDIA DE RESÍDUOS EM CADA NOVO ITINERÁRIO]
50.369	3,0

Fonte: Elaborada pelo autor.

Deste modo, sugere-se que sejam criados quatro novos roteiros pares, e três novos roteiros ímpares, os quais passaram de 42 para 30 km/rota e de 38,2 para 31,6 km/rota em média, respectivamente.

## 6. CONCLUSÃO

O presente trabalho avaliou os itinerários de coleta domiciliar de resíduos sólidos da cidade de Campina Grande-PB, a partir do acompanhamento diário do serviço prestado a população. Tais itinerários foram dimensionados há dez anos e desta época até os dias de hoje, diversas adaptações a execução do serviço foram realizadas para o atendimento com eficiência a população.

Percebe-se que a qualidade do serviço não depende unicamente da empresa responsável pela coleta, mas de um equilíbrio participativo entre a população e a executora da limpeza urbana, de modo que cada uma cumpra com seu papel na preservação e organização do ambiente local.

A população deve contribuir com o acondicionamento adequado dos resíduos e respeitando os horários de coleta, não colocando o lixo na rua após a passagem do veículo coletor, bem como não descartar em lotes vagos (terrenos baldios), galerias, rios, canais, entre outros. Já a empresa executora, deverá evitar o derramamento dos resíduos nas vias públicas, cumprindo o horário pré-estabelecido pelo órgão público (SESUMA) e efetuando a coleta regularmente, não deixando de cumprir todos os itinerários diários.

Desta forma, o serviço de coleta de resíduos sólidos torna-se eficiente, contribuindo para a limpeza da cidade, de modo a minimizar os riscos de enchentes, bem como o acúmulo de lixo, o qual produz mau cheiro, poluição visual do ambiente e atração de animais e insetos, que podem ser agentes de veiculação de doenças. É bastante importante que a empresa esteja aberta para acolher e avaliar sugestões propostas pela população e que a mesma, avalie honestamente a qualidade do serviço prestado e proponha melhorias, as quais serão bastante úteis para o aperfeiçoamento do sistema.

Do ano de 2004 até 2014, houve um crescimento populacional considerável na cidade de Campina Grande-PB, juntamente com o surgimento de novos bairros e novas edificações. A média de geração de resíduos passou de 220 para 270 t/dia, o que torna necessário uma maior jornada de trabalho para atender a demanda da cidade. Deste modo, os trabalhadores ficam vulneráveis a riscos ergonômicos intensos, necessitando exercer esforços físicos incondizentes ao ser humano, comprometendo a saúde do funcionário e a eficiência do serviço, diminuindo a

produtividade, pois o mesmo retorna a jornada de trabalho no dia seguinte no mesmo horário estabelecido (6h30m).

O redimensionamento dos itinerários de coleta proposto no presente trabalho, demonstrou que a criação de novas rotas tornará a coleta mais eficiente e são passíveis de apresentar viabilidade econômica e social. Além disso, oferece ganhos a saúde do trabalhador, os quais são sujeitos a longas jornadas de trabalho para cumprir a demanda de resíduos gerada pela população. Considera-se também, a minimização dos impactos visuais provocados pelos resíduos sólidos expostos na cidade, os quais aguardam a coleta.



## REFERÊNCIAS

BRASIL, Ministério da Saúde. **Manual de saneamento**. 4. ed. Brasília: FUNASA, 2006. 407 p. il. ISBN 8573460458.

BRETAS, Adalberto Leão. **Gerenciamento dos serviços de limpeza pública**: *(resíduos sólidos regularmente descartados pela população)*. Santo André/SP: ABLP e ABRELPE, 2002, 223p.

D'ALMEIDA, M. L. O. (Coord.). **Resíduo municipal: manual de gerenciamento integrado**. 2. ed. Brasília: CEMPRE, 2000.

LIMA, José Dantas de. **Gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil**. [s.l.]: [s.n.], [19--?]. 267 p.

MONTEIRO, J. H. R. P. **Concessão de Serviços Públicos de Limpeza Pública, Coleta Domiciliar, Tratamento e Destinação Final de Lixo**: Aspectos Jurídicos In: Curso Modelode Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos Urbanos. Brasília, 1999.

MONTEIRO, José Henrique Penido, [et al.]. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos**. Coordenação técnica Victor ZularZveibil. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

OLIVEIRA, S.A. **Limpeza Urbana: Aspectos sociais, econômicos e ambientais. Campina Grande/PB, 2004**. Dissertação de Mestrado - PRODEMA-UFPB-UEPB, 2004.

PHILIPPI Jr., Arlindo. **Saneamento, saúde e ambiente**: Fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Manole, 2005.

# **ANEXOS**

## Anexo I - Ficha de Controle de Coleta Domiciliar

CONTROLE DE COLETA DOMICILIAR		
ROTEIRO:	DATA:	PLACA DO VEÍCULO:
MOTORISTA:		
SAÍDA DA GARAGEM		
KmINICIAL:		HORÁRIO:
1ª VIAGEM		
KmINICIAL:		HORÁRIO DE INÍCIO:
RUA:		BAIRRO:
PONTO DE REFERÊNCIA:		
KmFINAL:		HORÁRIO DE TÉRMINO:
RUA:		BAIRRO:
PONTO DE REFERÊNCIA:		
CHEGADA AO ATERRO SANITÁRIO - 1ª VIAGEM		
Km DE CHEGADA:		HORÁRIO CHEGADA:
PESAGEM (KG):		HORÁRIO DE SAÍDA:
2ª VIAGEM		
KmINICIAL:		HORÁRIO DE INÍCIO:
RUA:		BAIRRO:
PONTO DE REFERÊNCIA:		
KmFINAL:		HORÁRIO DE TÉRMINO:
RUA:		BAIRRO:
PONTO DE REFERÊNCIA:		
CHEGADA AO ATERRO SANITÁRIO - 2ª VIAGEM		
Km DE CHEGADA:		HORÁRIO CHEGADA:
PESAGEM (KG):		HORÁRIO DE SAÍDA:
3ª VIAGEM		
KmINICIAL:		HORÁRIO DE INÍCIO:
RUA:		BAIRRO:
PONTO DE REFERÊNCIA:		
KmFINAL:		HORÁRIO DE TÉRMINO:
RUA:		BAIRRO:
PONTO DE REFERÊNCIA:		
CHEGADA AO ATERRO SANITÁRIO - 3ª VIAGEM		
Km DE CHEGADA:		HORÁRIO CHEGADA:
PESAGEM (KG):		HORÁRIO DE SAÍDA:
RETORNO A GARAGEM		
KmFINAL:		HORÁRIO DE CHEGADA: