

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

LETÍCIA BISI MAÚ
LUCAS FIGUEIREDO GONÇALVES

**ESTIMATIVA DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM EMPREENDIMENTOS
COMERCIAIS: UMA ANÁLISE DO SETOR ALIMENTÍCIO**

Vitória

Março/2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

CENTRO TECNOLÓGICO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

LETÍCIA BISI MAÚ

LUCAS FIGUEIREDO GONÇALVES

**ESTIMATIVA DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM EMPREENDIMENTOS
COMERCIAIS DO SETOR ALIMENTÍCIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Ambiental do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Renato Ribeiro Siman

Vitória

Março/2022

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Quantidade média de geração de resíduos alimentares.....	23
Gráfico 2: Projeção Média Quantitativa de Resíduos não Gerados	25
Gráfico 3: Quantificação Cumulativa Média de Perdas Diárias, Semanais, Mensais e Anuais em kg.....	28
Gráfico 4: Gráfico Cumulativo de Alimentos não Desperdiçados em Kg.....	30
Gráfico 5: Estimativa Quantitativo Anual Estimado de Rejeitos Alimentícios X Percentual de Rejeitos a ser evitado	32
Gráfico 6: Estimativa Anual de Rejeitos Alimentícios não Gerados em kg.....	33
Gráfico 7: Gráfico Cumulativo Médio de Geração de Resíduos na Região de Dublin em Toneladas.....	38
Gráfico 8: Quantificação de Alimentos Desperdiçados ao Longo do Período de Estudo.	42
Gráfico 9: Gráfico Quantitativo Cumulativo Anual de Geração de Resíduos Por Pessoa	45

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fluxograma de Perdas Médias de Alimentos nas Instituições Estudadas ..	29
Figura 2: Tabela Base para Cálculo de Volume de Resíduos Gerados	36
Figura 3: Tabela Base para Obtenção de Índices de Resíduos Gerados em Estabelecimentos Comerciais	37

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Atos normativos vigentes no estado do Espírito Santo que estabelecem distinção entre os pequenos e grandes geradores de Resíduos Sólidos (continua). 13	13
Quadro 2: Fluxo metodológico do trabalho.	19
Quadro 3: Fases da pesquisa sistematizada.....	19

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. OBJETIVOS	9
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
3.1. DEFINIÇÕES, CLASSIFICAÇÕES E CARACTERÍSTICAS DE RESÍDUOS DOMÉSTICOS E COMERCIAIS.	10
3.2. DESCRIÇÃO DE RESPONSABILIDADES PELO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS	12
3.3. SUSTENTABILIDADE FINANCEIRA DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS.	15
3.4. DESCRIÇÃO DOS INDICADORES UTILIZADOS DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS NÃO DOMÉSTICOS.	16
3.4.1. <i>Produto Interno Bruto (PIB)</i>	16
3.4.2. <i>Geração De Emprego</i>	17
3.4.3. <i>Área Do Empreendimento</i>	17
4. METODOLOGIA.....	19
4.1. FLUXO METODOLÓGICO	19
4.2. PESQUISA SISTEMATIZADA DA LITERATURA.....	19
4.3. REVISÃO DA LITERATURA	20
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5.1. SELEÇÃO DOS RESULTADOS.....	21
5.2. METODOLOGIAS UTILIZADAS NA QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS ...	22
5.2.1. <i>Observação Visual</i>	22
5.2.2. <i>Pesagem</i>	26
5.2.3. <i>Equações</i>	35
5.2.4. <i>Método Híbrido</i>	43
5.3. AVALIAÇÃO DAS METODOLOGIAS	48
5.3.1. <i>Pesagem x Equação x Observação Visual</i>	49
6. CONCLUSÃO.....	51
7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	53

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer a todo corpo docente da Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, em especial ao Professor Renato Ribeiro Siman pela disposição em orientar o presente trabalho e também ao corpo técnico da coordenação de Engenharia Ambiental.

1. INTRODUÇÃO

A economia de um país é movida principalmente pelos setores de serviço, indústria, tecnologia e agropecuária. Todos estes setores contribuem significativamente para a geração de resíduos, que necessitam de um gerenciamento adequado para que sejam minimizados problemas de ordem ambiental, sanitária, social e econômica.

De toda maneira, o Produto Interno Bruto (PIB) representa a soma de todos os bens produzidos por um país, geralmente expresso em um ano de referência. Contudo, o PIB é apenas o indicador síntese de uma economia. Ele ajuda a compreender um país, mas não expressa importantes fatores, como distribuição de renda, qualidade de vida, educação e saúde (IBGE, 2020).

Em 2019 no Brasil, o PIB teve crescimento de 1,1% em relação ao ano anterior. A participação das atividades econômicas em sua composição total foi de 5,2% para o setor de agropecuária, 20,9% na indústria e de 73,9% para o setor de serviços. Das atividades que compõem os Setor de Serviços, a atividade de comércio ficou em terceiro lugar na contribuição do aumento do PIB com variação positiva de 1,8% (IBGE, 2020)

O relatório do ano de 2020 da Associação Brasileira da Indústria de Alimentos (ABIA) registrou um crescimento de 12,8% de faturamento no setor, em relação ao ano de 2019, totalizando R\$789,2 bilhões dentre exportações e vendas para o mercado interno. Segundo a Associação, esse resultado representou 10,6% do crescimento do PIB nacional naquele ano.

Vale ressaltar também a participação do setor alimentício, segundo a ABIA, nas oportunidades de trabalho, com um crescimento de 1,2% em relação a 2019, gerando 20 mil novas vagas diretas de emprego. Os dados tornam o setor como um dos principais geradores de empregos diretos no Brasil, com aproximadamente 1,68 milhões de empregos diretos.

As atividades comerciais diferem, tanto em relação à origem das mercadorias (importadas ou nacionais, agrícolas ou industriais) quanto ao seu destino (para consumidores de alta ou baixa renda, para uso intermediário ou para uso final, para o mercado interno ou externo) (IBGE, 2020). Assim, pode-se observar que essa atividade resulta na geração dos mais diferentes tipos de resíduos, que por sua vez necessitam de um gerenciamento adequado para que seja reduzido o impacto destes na cadeia produtiva.

De acordo com Instituto Brasileiro de Administração Municipal (IBAM, 2001), os resíduos comerciais são definidos pelos resíduos gerados em estabelecimentos comerciais, cujas características dependem da atividade ali desenvolvida. Nas atividades de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, a depender do volume gerado diariamente e da característica destes resíduos, o resíduo "comercial" juntamente com o "doméstico" constituem o chamado "resíduo domiciliar" (RDO). Este último, juntamente com o resíduo gerado na limpeza pública formam os resíduos sólidos urbanos (RSU) e representam parcela significativa dos resíduos sólidos produzidos nas cidades.

Dados de 2018 divulgados pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), por meio do relatório "Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil", mostrou que entre 2017 e 2018, a geração de RSU no Brasil aumentou quase 1% e chegou a 216.629 toneladas diárias e o volume coletado cresceu mais que a geração, atingindo 199.311 toneladas por dia.

É amplo o conhecimento de ferramentas para estimar a geração de RSU, mas aquelas que podem ser úteis para estimativa da geração de resíduos particularmente do setor comercial não estão tão disponíveis assim, pois para a estimativa de geração depende de vários fatores como cultura, gestão, entre outros.

Em virtude de métodos diretos de medição da geração de resíduos sólidos apresentarem restrições, principalmente de ordem econômica, vários estudos vêm sendo desenvolvidos de forma a quantificar a geração de resíduos sólidos indiretamente (RIBEIRO, 2018). Essa estimativa pode ser realizada a partir de várias metodologias, como observações visuais, ou pelo desenvolvimento de equações que envolvem a análise de parâmetros, como a geração de empregos, PIB, área ocupada pelo empreendimento, receita operacional, entre outros.

Deste modo, pretende-se ao final da pesquisa, descrever sobre metodologias úteis para estimar a geração de resíduos comerciais do setor alimentício, a partir da análise e comparação entre os artigos que adotam as diferentes metodologias de quantificação citadas acima, a fim de minimizar a diferença entre os dados estimados e os reais.

2. OBJETIVOS

O objetivo principal do presente trabalho é comparar diferentes metodologias descritas na literatura que podem ser úteis para estimar a geração de resíduos comerciais do setor alimentício. Com os seguintes objetivos específicos:

- Selecionar artigos e documentos por pesquisas sistematizadas;
- Elencar as metodologias utilizadas nos documentos selecionados para análise da geração dos resíduos do setor alimentício;
- Realizar comparações entre as metodologias para a estimativa de geração de resíduos do setor alimentício.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. DEFINIÇÕES, CLASSIFICAÇÕES E CARACTERÍSTICAS DE RESÍDUOS DOMÉSTICOS E COMERCIAIS.

São definidos como resíduos sólidos urbanos os resíduos domésticos e os comerciais conjuntamente. De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (Art. 3º, inciso XVI), resíduos sólidos urbanos são materiais, substâncias, objetos de rejeito que estão no estado sólido ou semissólido podendo conter ou não gases e líquidos, que devido exigirem soluções técnicas economicamente inviáveis se tornam resíduo sólido urbano, gerados pelas atividades antropocêntricas, os lodos de estações de tratamento de água e esgoto também são classificados como resíduos sólidos.

Segundo a PNRS/2010 (Art. 13º, inciso I, item 'd'), a classificação dos resíduos sólidos é feita quanto à origem e à periculosidade. Nos estabelecimentos comerciais é diferenciada quanto à sua origem (BRASIL, 2010, p. 7). Ainda segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Art. 20, Seção V) estabelece que estejam sujeitos à elaboração de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos:

I - os geradores de resíduos sólidos previstos nas alíneas “e”, “f”, “g” e “k” do inciso I do art. 13, são eles:

e) resíduos dos serviços públicos de saneamento público de saneamento básico: os gerados nessas atividades excetuados os resíduos sólidos urbanos, sejam eles resíduos domiciliares: originários de atividades domésticas em residências urbanas ou resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas.

f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;

g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS);

k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;

II - os estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços que gerem resíduos perigosos;

gerem resíduos que, mesmo caracterizados como não perigosos, por sua natureza, composição ou volume, não sejam equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal.

O Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos do Espírito Santo do Turvo – SP traz de forma clara a classificação e caracterização segundo a ABNT - NBR 10004, baseando-se no conceito de classes (PREFEITURA MUNICIPAL DE ESPÍRITO SANTO DO TURVO, 2014):

- Resíduos classe I – perigosos

São os resíduos que apresentam risco à saúde pública e ao meio ambiente, apresentando uma ou mais das seguintes características: periculosidade, inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade (ex.: baterias, pilhas, óleo usado, resíduo de tintas e pigmentos, resíduo de serviços de saúde, resíduo inflamável etc.).

- Resíduos classe II – não perigosos

Os resíduos Classe II são classificados de acordo com a solubilização de seus constituintes por meio de testes efetuados em laboratórios. Podem ser classificados como inertes ou não inertes em acordo com o teste especificado pela NBR 10.005 e 10.006, ambas do ano de 2004.

- Resíduos classe II A – não inertes

Aqueles que não se enquadram na classificação “Resíduos Classe I – Perigosos” ou “Resíduos Classe II B – Inertes”, nos termos da NBR 10.004. Os Resíduos Classe II A – Não Inertes podem ter propriedades tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água (ex.: restos de alimentos, resíduos de varrição não perigosos, sucata de metais ferrosos, borrachas, espumas, materiais cerâmicos etc.).

- Resíduo classe II B – inertes

Qualquer resíduo que quando amostrado de uma forma representativa, de acordo com a ABNT NBR 10.007, e submetido a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, segundo a ABNT NBR 10006, não tiver nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, executando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor. (ex.: rochas, tijolos, vidros, entulhos/construção civil, luvas de borracha, isopor etc.).

Segundo a NBR 10.007/2004, a caracterização gravimétrica é a “determinação dos constituintes e de suas respectivas percentagens em peso e volume, em uma amostra de resíduos sólidos, podendo ser físico, químico e biológico.

3.2. DESCRIÇÃO DE RESPONSABILIDADES PELO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal 12.305/2010) estabelece em seu Art. 27º que é responsabilidade do gerador (pessoa física ou jurídica) a implementação e operacionalização integral de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) que, nos termos do Art. 20º, III da referida política, são obrigatórios para resíduos originários de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, cuja natureza, composição ou volume não sejam equiparados aos resíduos de origem domiciliar. Para que haja a compatibilização de enunciados da legislação municipal equivalentes ao que foi destacado acima, haverá a necessidade de o legislador estabelecer uma distinção clara entre os resíduos de origem comercial (por natureza, composição ou volume) que sejam, ou não, equiparáveis aos resíduos de origem doméstica. Assim, ter-se-á clareza sobre os resíduos comerciais abrangidos pelo serviço público de coleta (equiparáveis aos domésticos), daqueles que não o são.

O Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Espírito Santo (PERS/ES, 2019) destaca que ainda são poucos os municípios no Espírito Santo que definiram em sua legislação critérios de diferenciação entre pequeno e grande gerador de resíduos, sugestionando-se que regularizem essa matéria, observadas as normas técnicas Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (SINMETRO),

aplicáveis à PNRS. O Quadro 1 aponta algumas prefeituras municipais do estado do Espírito Santo que descreveram ato normativo para distinção de pequenos e grandes geradores, bem como suas distintas legislações de cobrança pelo gerenciamento do resíduo gerado.

Quadro 1: Atos normativos vigentes no estado do Espírito Santo que estabelecem distinção entre os pequenos e grandes geradores de Resíduos Sólidos (continua).

Municípios do ES	Como é realizada a cobrança	Critério de diferenciação do pequeno e grande gerador	
		Lei	Critério
<i>Afonso Cláudio</i>	Taxa de Limpeza Pública (Lei 1932/2010)	Lei 1480/1998	100 L
<i>Barra de São Francisco</i>	Taxa de Coleta de Lixo (Subseção III da Lei 001/1990)	Art. 159 da Lei Complementar 05/2008	> 100 L/dia ou > 50 kg/dia
<i>Boa Esperança</i>	Taxa de Coleta de Lixo (Subseção III da Lei 854/1993)	Item VII do Art. 3 da Lei 1667/2018	> 100 L/dia
<i>Cariacica</i>	Taxa de Coleta e Remoção de Resíduos Sólidos - TCRS (Lei Comp. 27/2009)	Lei 5481/2015	>100 L/dia ou > 200 L/dia (para estabelecimentos industriais, comerciais, prest. serviços...) OU > 1000 L/dia (condomínios, edifícios não residenciais)
<i>Colatina</i>	Delega à SANEAR a cobrança (Art. 52 da Lei Complementar 96/2018) / Serviços de Varrição e Limpeza SANEAR (Lei 6423/2017)	Art 143 da Lei 2806/1977	Recipientes de até 100 L
<i>Fundão</i>	Taxa de Limpeza Pública (Lei 362/2005)	Lei 837/1994	Art. 54: > 100 L/dia p/ comerciais e industriais
<i>Guarapari</i>	Taxa de Coleta de Lixo (Lei Comp. 08/2007)	Lei 3573/2013	Perigosos ou > 50 kg/dia
<i>Ibiraçu</i>	Taxa de Limpeza Pública (Art 365 e 366 da Lei 2743/2006)	Lei 2225/2001	> 100 L/dia (ou peso correspondente)
<i>Linhares</i>	Taxa de Limpeza Pública (Art 218) e Taxa de Coleta de Lixo (Art 223) da Lei 2662/2006)	Lei 3376/2013	> 1m ³ para RCC (PMGIRS)

<i>Marechal Floriano</i>	Taxa de Coleta de Lixo (Lei 165/1995 alterada pela lei 352/1999)	Lei 170/1995	Seção II (Pág. 14): Até 100 L/coleta
<i>Serra</i>	Taxa de Coleta de Lixo (Lei 657/79)	Lei 1522/1991	Art. 102: Recipientes com até 100L. Máximo por coleta.
<i>Vila Velha</i>	Taxa de Limpeza Pública (Lei 884/1964)	5617/2015	Perigosos ou > 50 L/dia
<i>Vitória</i>	Taxa de Coleta de Resíduos Sólidos (Lei 5814/2002)	8971/2016	Perigosos ou > 200 L/dia

Fonte: PERS-ES (2019).

Ainda de acordo com o PERS - ES, quando o município estabelece que compete à Prefeitura recolher os resíduos de origem industrial ou de estabelecimentos de saúde, tem-se outra incongruência com a PNRS, que determina aos geradores de resíduos industriais e de saúde, independentemente de sua composição ou volume (Art. 20º, I c/c Art. 13º, da PNRS), a obrigação pela implementação e operacionalização integral de PGRS e, conseqüentemente, pelos custos com a reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final adequada de seus resíduos/rejeitos.

“Os mercados, supermercados, matadouros, açougues, peixarias e estabelecimentos similares, deverão acondicionar o lixo produzido em sacos plásticos manufaturados para esse fim, dispondo-os em local a ser determinado para recolhimento”.

A Prefeitura Municipal de [...] proporcionará aos estabelecimentos prestadores de serviço de saúde, um serviço especial de coleta.” (Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Espírito Santo - Arcabouço Legal, 2019, p. 94).

Deve-se ressaltar a importância da existência de políticas públicas para o gerenciamento de resíduos sólidos que estejam classificados na PNRS como sendo de responsabilidade de seu gerador. Isso se deve ao fato de que tais dispositivos representam ao município um mecanismo de manter o recolhimento e destinação final dos resíduos, desde que sejam devidamente remunerados pelos responsáveis.

O PERS - ES explica a origem destas responsabilidades como decorrentes do princípio do poluidor pagador, que tem por objetivo responsabilizar o sujeito

econômico, cuja atividade é potencialmente poluidora, pelos custos relativos às suas externalidades negativas, as quais abrangem os custos de prevenção e controle de poluição e a mitigação do dano que pode ser causado em decorrência da utilização do bem ambiental (PERS - ES, 2019).

Também previsto no princípio 16 da Declaração do Rio de Janeiro (ECO92), seu enunciado dispõe que:

“As autoridades nacionais devem procurar promover a internalização dos custos ambientais e o uso de instrumentos econômicos, tendo em vista a abordagem segundo a qual o poluidor deve, em princípio, arcar com o custo da poluição, com a devida atenção ao interesse público e sem provocar distorções no comércio e nos investimentos internacionais” (ONU, p.3, tradução da Rio Declaration, United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro, Brasil, 1992).

Pode-se identificar no princípio do poluidor-pagador, portanto, duas vertentes: uma preventiva – que busca evitar a ocorrência de danos ambientais; e outra repressiva – em que, uma vez ocorrido o dano, busca-se a sua reparação. Desse modo, como observado na PNRS, primeiro impõe-se ao potencial poluidor o dever de arcar com as despesas de prevenção dos danos que poderão decorrer de sua atividade (custos com a responsabilização do gerador pelo ciclo de vida do produto e, conseqüentemente, seus resíduos/rejeitos), bem como, caso danos ocorram, o poluidor será responsável pelos custos com a sua reparação (PERS - ES, 2019).

3.3. SUSTENTABILIDADE FINANCEIRA DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS.

A Abrelpe fornece continuamente dados quanto à geração, coleta, coleta seletiva e destinação final dos RSU. De acordo com o Panorama 2018/2019 realizado pela Abrelpe, foram geradas no Brasil 79 milhões de toneladas, um aumento de pouco menos de 1% em relação ao ano anterior. Desse montante, 92% (72,7 milhões) foram coletados. Por um lado, isso significa uma alta de 1,66% em comparação a 2017: ou seja, a coleta aumentou num ritmo um pouco maior que a geração. Por outro, evidencia que 6,3 milhões de toneladas de resíduos não foram recolhidas junto aos locais de geração. A destinação adequada em aterros sanitários recebeu 59,5% dos resíduos sólidos urbanos coletados: 43,3 milhões de toneladas, um pequeno avanço

em relação ao cenário do ano anterior. Além disso, o mercado de limpeza urbana movimentou recursos correspondentes a R\$28,1 bilhões no país, queda de 1,28% na comparação com o ano anterior (Abrelpe, 2018; 2019).

3.4. DESCRIÇÃO DOS INDICADORES UTILIZADOS DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS NÃO DOMÉSTICOS.

3.4.1. Produto Interno Bruto (PIB).

A evolução gradual da economia nacional e mundial tem relação direta com a geração de resíduos, uma vez que um maior poder de compra por parte da população tem impacto significativo no aumento da produção e do consumo.

Em 2017 no Brasil, a geração total de RSU cresceu 1% no período pesquisado, mesmo avanço observado no Produto Interno Bruto do país. O aumento registrado na geração de RSU per capita foi de 0,48%, ao passo que o PIB per capita variou positivamente em 0,2%. (ABRELPE, 2017). Já os dados do Panorama de Resíduos Sólidos do Brasil de 2018 apontam um aumento na geração de resíduos de pouco menos de 1% em relação ao ano anterior, enquanto o PIB teve crescimento de 1,1% durante o mesmo período (IBGE, 2018).

Considerando-se as perspectivas econômicas do cenário definido, que contempla um avanço gradual do Produto Interno Bruto (PIB), bem como os padrões mundiais, há uma relação direta entre o crescimento da geração de resíduos sólidos e o aumento do poder econômico da sociedade, que acontece de maneira mais acelerada nos países em desenvolvimento, como o Brasil (Plano Nacional de Resíduos Sólidos, 2020).

Seng *et al.* (2013) estimou a geração de resíduos alimentícios no Camboja para alguns cenários de fontes diferentes, como: famílias, hotéis, restaurantes, etc. O estudo fez relação direta entre o quantitativo utilizado no cálculo para cada fonte e o crescimento do PIB no país entre 2003 e 2020.

3.4.2. Geração De Emprego

Ainda segundo a Pesquisa Anual de Comércio (PAC) referente ao ano de 2018, o comércio empregou 10,2 milhões de pessoas neste ano, sendo 74,5% no comércio varejista, 16,6% no atacadista e 8,9% no comércio de veículos, peças e motociclistas (IBGE, 2018).

A geração de emprego está diretamente ligada ao parâmetro de número de funcionários que cada empreendimento possui, sendo esse também um possível indicador de geração de resíduos, como foi apresentado pelos autores Edjabou *et al.* (2015), como estratégia para estimar a geração de resíduos.

3.4.3. Área Do Empreendimento

Algumas legislações municipais do Brasil ainda têm como base de cálculo para cobrança da Taxa de Coleta de Resíduos (TCR) a área construída. Pode-se observar esse método de cobrança, por exemplo, na " Lei Municipal de Chapecó. A Lei Complementar Nº 515, de 27 de setembro de 2013, usa como base de cálculo a TCR, que é um custo estimado do serviço levando em consideração uma faixa de área do imóvel e sua finalidade."

De maneira correlativa a área do empreendimento, nos setores de alimentação onde majoritariamente utiliza-se mesas para atender aos clientes, o número de mesas pode ser um bom parâmetro para esse nicho de comércio (exemplos: bares, restaurantes, lanchonetes, etc.). Os autores Li *et al.* (2020) e Wang *et al.* (2017) utilizaram como parâmetro a quantidade de mesas em estabelecimentos comerciais do setor de alimentos, onde Wang *et al.* contabilizou em seu estudo 3.557 mesas em 195 restaurantes na China em 2015 e Li *et al.* realizou uma amostragem de um total de 46 restaurantes com 290 mesas em 2013, e em 2015 um total de 23 restaurantes com 73 mesas.

Porém, enquanto o porte dos empreendimentos está intimamente ligado ao tamanho da sua área, a sua relação com a geração de resíduos apresenta algumas restrições. Toma-se em consideração que um estabelecimento com área maior tenha maior geração de resíduos, mas pode ser observado por diversas vezes que não necessariamente isso pode ocorrer, pois grandes geradores podem necessitar de áreas pequenas para o funcionamento do estabelecimento.

4. METODOLOGIA

4.1. FLUXO METODOLÓGICO

O presente trabalho, do Programa de Graduação em Engenharia Ambiental, foi orientado seguindo fluxo metodológico apresentado no Quadro 2.

Quadro 2: Fluxo metodológico do trabalho.

OBJETIVO GERAL		
Comparar diferentes metodologias descritas na literatura que podem ser úteis para estimar a geração de resíduos comerciais do setor alimentício.		
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ETAPA	METODOLOGIA E FERRAMENTAS
Selecionar artigos e documentações por pesquisa sistematizada	I	PESQUISA SISTEMATIZADA DA LITERATURA: Pesquisa bibliográfica, bibliometria com o <i>bibliometrix</i> e pesquisa documental
Elencar as metodologias utilizadas nos artigos e documentos para análise da geração dos resíduos do setor alimentício	II	REVISÃO DA LITERATURA
Apontar as melhores metodologias para a estimativa de geração de resíduos do setor alimentício	III	

Fonte: O autor.

4.2. PESQUISA SISTEMATIZADA DA LITERATURA

Quadro 3: Fases da pesquisa sistematizada.

ETAPA	FASE	FERRAMENTA	BASE DE DADOS	TERMOS DE BUSCA	LAPSO TEMPORAL
I	Buscar documentos que trazem dados de geração de resíduos sólidos por parte de estabelecimentos comerciais do setor alimentício	pesquisa documental	serviços e companhias municipais (públicas ou privadas) de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos	“geração de resíduos comerciais”, “resíduos de estabelecimentos comerciais”, “indicadores de geração”, “volume de resíduo gerado”, “taxa de geração de resíduo”	2011-2021
I	Busca inicial de artigos por termos de busca com booleanos	pesquisa bibliométrica	<i>Scopus e Web Of Science</i>	("solid waste generation" OR "waste generation rate" OR "waste generation prediction" OR "waste estimation model" OR "waste prediction model" OR "waste forecasting model" OR "waste generation estimation") AND ("restaurant" OR "supermarket" OR "market" OR "hotel" OR "restaurants" OR "supermarkets" OR "markets" OR "hotels")	2001-2021
I	Selecionar documentos limitados ao título e ao resumo	pesquisa bibliográfica	<i>Scielo e a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações</i>	“commercial waste generation”, “solid waste generation”, “waste generation rate”, “modelo de previsão”, “geração de resíduo comercial”, “taxa de geração de resíduo”, “geração de resíduo sólido”, “modelo de estimativa”, “indicador de geração”	2001-2021
I	Seleção dos artigos por conter indicadores e metodologia de geração de resíduo	pesquisa bibliográfica	<i>Web of Science, Scopus</i>	"commercial waste", "commercial solid waste", "large quantity generator", "producer of commercial waste", "institutional waste" e "commercial waste generator"	2001-2021

Fonte: O autor.

4.3. REVISÃO DA LITERATURA

Após esse processo, os documentos encontrados foram listados em planilha e as duplicidades foram excluídas, logo depois iniciou-se a filtragem dos documentos, a partir da leitura do título e observando-se a relevância do mesmo. Esta etapa também foi feita para os resumos e as palavras-chave. Os documentos que se mostraram relevantes foram lidos por completo e entraram no portfólio discutido neste trabalho.

Os artigos encontrados na pesquisa bibliográfica realizada nas bases Scielo e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, passaram pelo mesmo processo de filtragem anterior e, os que foram aprovados, compuseram o portfólio do trabalho.

Além disso, destaca-se que após tomado conhecimento dos supracitados documentos os mesmos foram devidamente selecionados, agrupados e destinados para os capítulos e itens mais pertinentes a este, de acordo com as metodologias de análise utilizadas por cada autor para a análise de geração de resíduos de serviços alimentares.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. SELEÇÃO DOS RESULTADOS

O presente capítulo será apresentado com base no referencial teórico mostrando os critérios para a devida estratificação e quantificação dos resíduos, alvo do presente estudo.

Para a elaboração do presente trabalho analisou-se um total de trinta e nove artigos, os quais foram elencados para o presente estudo, em razão de sua relevância de aporte teórico, bem como resultados, sendo estes expressos em números e gráficos buscando uma melhor visualização para análise de uma maneira direta com percentuais e/ou ações que por sua vez podem acarretar resultados de melhorias expressivos.

Como referência utiliza-se o Manual de Resíduos Sólidos – MANUAL PARA EDIFICAÇÕES MULTIFAMILIARES E DE USO MISTO (2022), no qual se fundamenta na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei 12.305/2010 que cita sobre a responsabilidade de gerenciamento ambientalmente adequado de resíduos sólidos, em relação ao seu gerador, seja ele poder público ou privado. Devendo este retornar os materiais recicláveis ao ciclo produtivo. Gerando conseqüentemente mudança de hábitos e implementações de infraestruturas adequadas ao manejo dos resíduos.

Logo, o referido manual existe como guia para o devido gerenciamento interno de resíduos, seja em empreendimentos multifamiliares ou de uso misto. O Manual de Resíduos Sólidos dispõe conhecimentos baseando-se em tais princípios e objetivos:

- Redução, ao mínimo, dos resíduos sólidos, por meio do incentivo às práticas adequadas;
- Reutilização, reciclagem, recuperação;
- Disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;

- Melhoria nas condições de coleta pública;
- Estabelecimento de infraestrutura necessária para o gerenciamento interno dos resíduos.

Observa-se assim que alguns estudos abordados não possuem foco somente em resíduos comerciais do setor alimentício, possuem também análise de geração de resíduos de diversos setores comerciais e resíduos domésticos, por se tratar de RSU.

5.2. METODOLOGIAS UTILIZADAS NA QUANTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS

Este subcapítulo trará consigo as devidas apresentações das metodologias utilizadas para as quantificações dos resíduos comerciais do setor alimentício, alvo do presente trabalho.

5.2.1. Observação Visual

Ao embasar-se nas referências bibliográficas utilizadas ao longo do presente subcapítulo é que baseia-se a metodologia denominada “Observação Visual”, como método composto de atividades que correlacionam a presença física e constante do responsável pela coleta dos dados, no ato da geração destes. Ou seja, a presença de uma pessoa responsável pela elaboração, estratificação, controle e quantificação dos dados no ato e local de geração destes é imprescindível. Ressaltando-se assim que para comprovação deste, fotos, entrevistas, formulários podem ser utilizados para meio adjacente de registro.

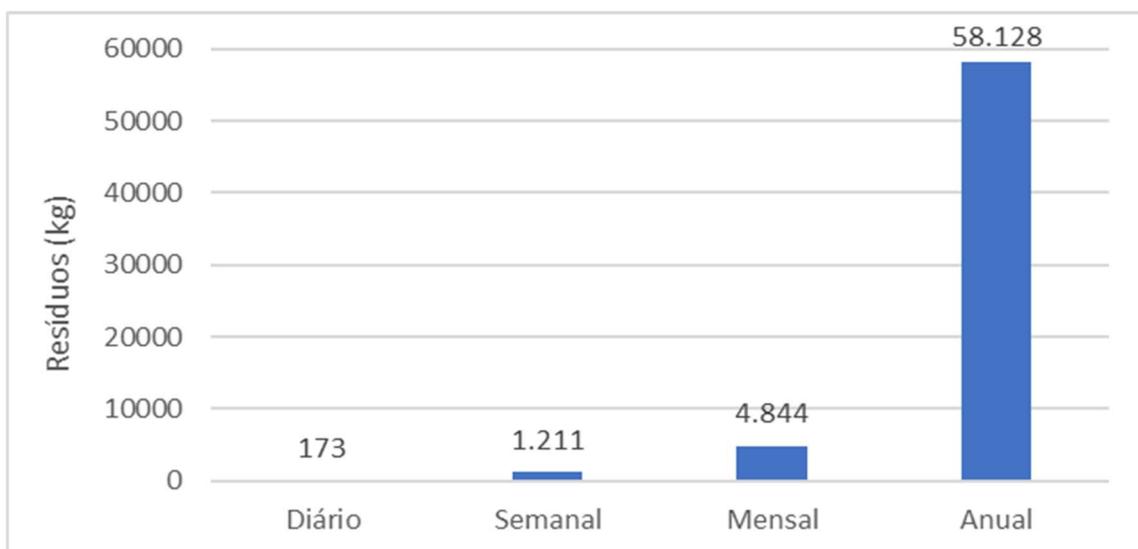
Observou-se que de acordo com os autores Papargyropoulou *et al.* (2016) o qual não somente fez uso de metodologia analítica que se origina na identificação dos tipos de resíduos alimentares, mas também embasou seu estudo na análise de desperdício de alimentos por meio de observação visual e auditoria física, esta por sua vez é composta por fotografias, coletas de registros financeiros e inventários de compras dos alimentos os quais apresentam quanto de alimento foi comprado, quantidade esta que é confrontada com os resíduos pesados ao final do processo.

Destaca-se do presente estudo, que o mesmo foi executado em um restaurante de hotel 5 estrelas na Malásia com 118 quartos, 172 clientes por dia e um total de 6 cozinhas, ou seja, o hotel em questão se trata de um local com uma enorme variedade e facilidade de obtenção de alimentos uma vez que seus restaurantes trabalham sob esquema de abertura às 6:30 antes de meio-dia (a.m.) – 11:00 pós meio-dia (p.m.) de segunda a domingo.

O estudo em questão teve duração de uma semana, e suas fontes de dados embasaram-se nos resíduos especificamente oriundos das refeições de café da manhã, almoço ou jantar.

Destaca-se que neste caso não houve diferenciação entre secos e úmidos. Ao final do estudo foi possível obter um volume médio de cento e setenta e três quilogramas por dia, ou seja, ao final da semana cerca de uma tonelada e duzentos e onze quilogramas em média, com devidas alternâncias nos dias de maiores e menores médias de gerações diárias, destacando-se assim o domingo, dia de comida “a la carte” onde a média diária chegou a 1,70 kg por pessoa. Como ilustrado pelo gráfico de projeção de resíduos a seguir:

Gráfico 1: Quantidade média de geração de resíduos alimentares



Fonte: Autoria própria (2022).

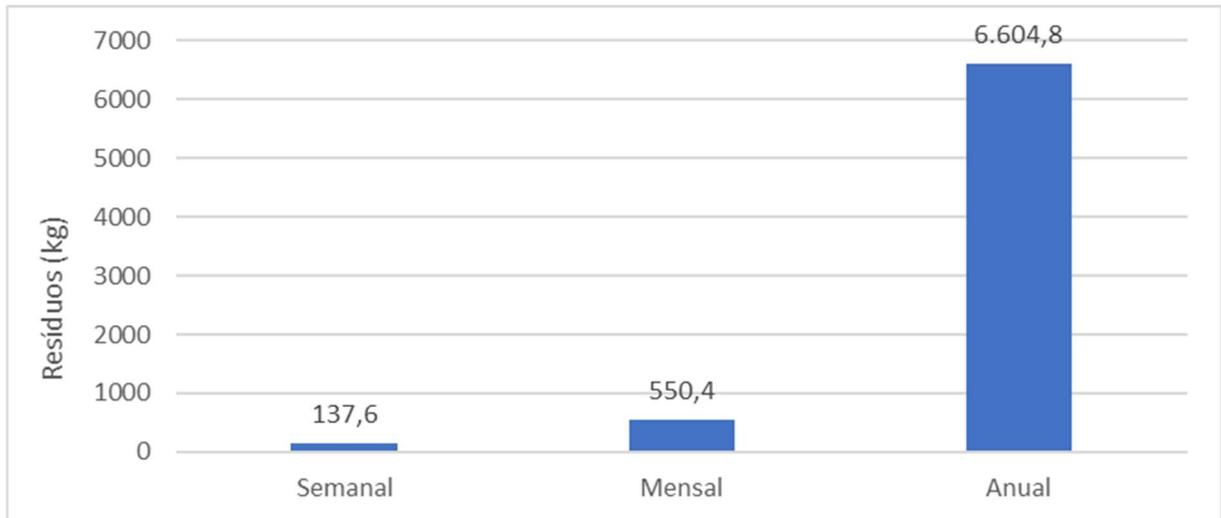
Com base no gráfico anterior foi possível realizar uma projeção de quantidade, obtendo cinquenta e oito toneladas em média anuais de resíduos alimentares, as quais ressaltam-se pelos autores ao concluir o estudo que até o momento todo este resíduo alimentício era encaminhado para aterro sanitário, mas, que já existia um projeto em andamento por parte do hotel em questão que visava a separação dos respectivos alimentos para uma planta de digestão anaeróbica.

A referida metodologia ilustrada por Papargyropoulou *et al.* (2016) o qual originou dados e conseqüentemente o Gráfico 1: quantitativo médio cumulativo de geração de resíduos, que por sua vez, tornou notório a expressividade de 58 toneladas média produzidas por ano pelo referido hotel, tratadas pelos autores como desperdício, sendo todo este resíduo destinado a aterro sanitário.

O estudo destacou que nos dias em que a comida era servida “a la carte” o desperdício era muito maior que nos demais dias, ou seja o estudo também serviu para identificar os fatores que levaram a elevação da geração média de resíduos.

Ou seja, neste caso ao embasar-se nos autores, o simples fato de não proporcionar ao consumidor a possibilidade de o mesmo montar seu prato em porções individuais e independentes de um padrão, geraram uma média de 800 gramas de resíduos alimentícios por cliente.

Logo, levantaram os autores tal questão social como possível saída para diminuição de tais valores expressivos, o gráfico a seguir elucida quanto poderia ser não desperdiçado de alimento em períodos predeterminados.

Gráfico 2: Projeção Média Quantitativa de Resíduos não Gerados

Fonte: Autoria própria (2022).

Ao basear-se nos dados fornecidos pelos autores e tornar estes no gráfico acima, é que se consegue elucidar o que os autores haviam pontuado, ou seja, dentro de um ano a quantidade média de 6 toneladas de resíduos alimentares ao aplicarmos a média de economia evidenciada pelos autores a toda média amostral de 172 pessoas, podem deixar de ser geradas. Informação esta que é congruente com a motivação dos autores.

Contudo, Pathak *et al.* (2020) teve enfoque na quantificação e caracterização dos resíduos sólidos e urbanos para gestão sustentável de resíduos em municípios recém-formados do Nepal, destaca-se que os municípios foram ainda estratificados de acordo com a localização geográfica, o grau de urbanização e os gastos das famílias e o tamanho da população para avaliar a influência na geração de resíduos. Projeto este que teve abrangência territorial de 60 novos municípios contando com 3300 residências, 600 instituições e 600 estabelecimentos comerciais.

A execução de tal projeto foi feita mediante a aplicação de questionários sobre resíduos gerados por estas residências, instituições e estabelecimentos não governamentais no período de 24 horas, com intuito de obter maiores informações sobre questões socioeconômicas dos residentes, além de medição de conhecimento

sobre a relação que estes possuem com os resíduos gerados e sua gestão no processo como um todo. Em ação conjunta foi utilizado os softwares SAS (SAS, versão 2000) e MS Excel para alcançar os resultados do estudo. Após a execução do estudo, valores percentuais foram apresentados e os resíduos orgânicos dominaram a caracterização (62%), seguidos pelos plásticos (12%) e papel/produtos de papel (11%).

Assim, Pathak *et al.* (2020) quantificaram ao cessar o processo que dos 60 municípios recém-formados e suas respectivas 3.300 residências selecionadas do Nepal resultaram numa média de geração de 115 gramas por dia. Destacaram também que o resíduo doméstico e as taxas de geração variam dependendo da situação econômica e condição geográfica.

E no que se refere aos estabelecimentos institucionais, a geração média diária de resíduos foi de 3,25 kg por escola e 0,95 kg por escritório. Da mesma forma, a geração média diária de resíduos comerciais foi de 1,1 kg por loja e 3,1 kg por hotel ou restaurante. Mas de maneira agrupada estes novos municípios geraram, 419 toneladas de resíduos urbanos onde foram estimados que entre 60% e 75% do total seja de resíduos domésticos, logo ao adotar o percentual médio 63% um total de 264 toneladas por dia de resíduo doméstico, 99 toneladas por dia de resíduos comerciais e apenas 14 toneladas por dia de institucional. Por ano, estima-se 153.113,00 toneladas de resíduos urbanos. O autor também descreveu a composição gravimétrica dos resíduos para cada uma das áreas analisadas.

5.2.2. Pesagem

Ao fundamentar-se nas referências bibliográficas utilizadas ao longo do presente subcapítulo é que se apresenta a metodologia denominada “Pesagem”, como método composto de atividades que correlacionam a obtenção de dados por meio da pesagem

direta do alvo do estudo em questão. Ou seja, tudo aquilo que será alvo de quantificação, seja esta qualitativa ou não, deve ser pesado, “medido” e registrado. Ressaltando-se assim que variações de pesagens podem ocorrer, sendo estas não exclusivas á registros em formulários e fotos, mas também pesagens com separação de agregados em grupos.

Ao referir-se ao processo de pesagem para obtenção de dados analíticos expressivos sobre a quantidade de resíduos alimentícios destacam-se alguns autores, dos quais serão apresentados em ordem cronológica iniciando-se pelo trabalho de Engström *et al.* (2004), estudo este executado no centro da cidade de Estocolmo na capital da Suécia e que teve duração total três dias sendo, no primeiro dia foi de observação, e nos dois dias seguintes foram de execução das medições, ou seja, foram observados os colaboradores envolvidos nos preparos, e posteriormente entrevistados no que se refere ao que fazem para prevenir, minimizar as perdas de alimentos, momento este no qual foi possível perceber, segundo os autores, úteis percepções sobre os mecanismos que envolvem sistemas, hábitos que podem ou não agravar as perdas alimentares.

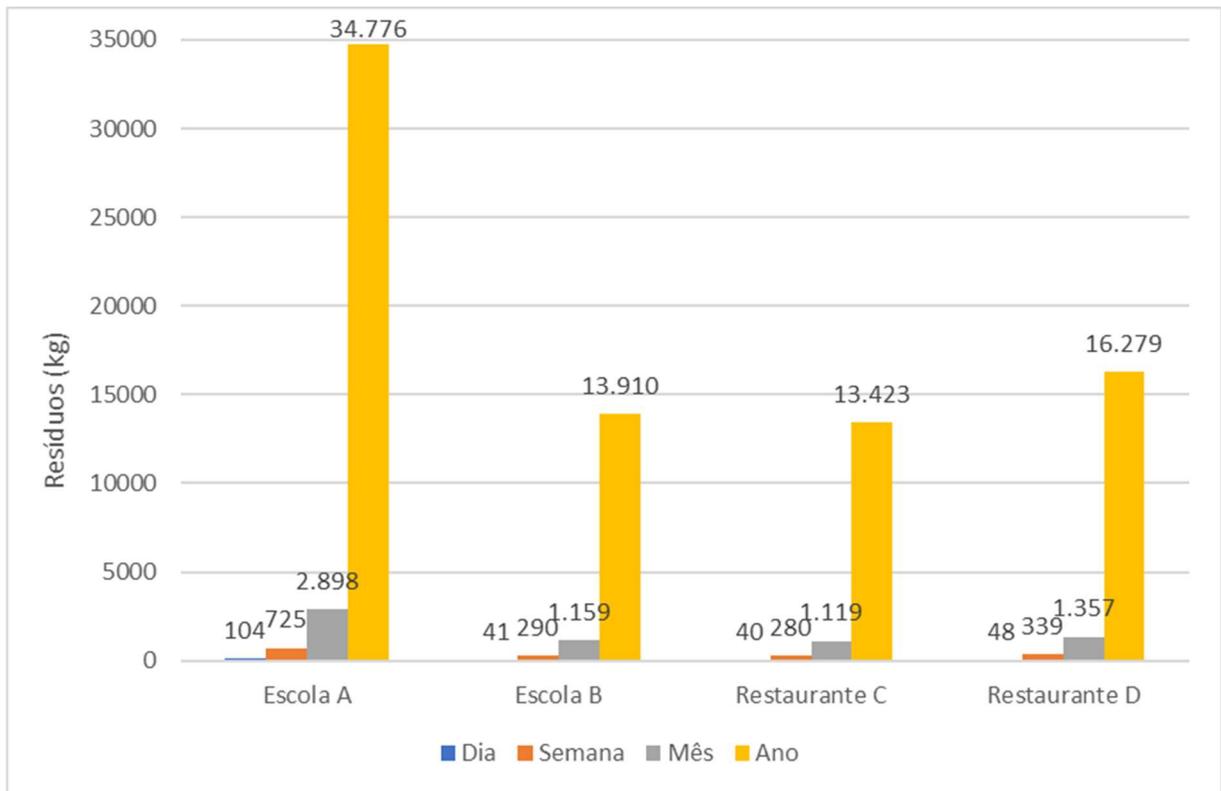
O estudo em questão teve a abrangência de quatro cozinhas, sendo duas destas em escolas as quais contavam com uma distribuição de porções individuais que variavam entre 850 e 950 porções todos os dias, e duas em restaurantes os quais produziram uma quantidade de porções individuais que variam entre 250 e 600 porções por dia. Destaca-se aqui que para a execução do referido estudo escolheu dias de cardápio comum e número médio de pessoas.

Os autores ressaltaram que fora pesado todos demais tipos de perdas, ou seja, perdas oriundas de preparo de alimentos, restos em pratos advindos de almoços e jantares, sendo estas devidamente separadas cumulativamente em grupos como: arroz, massas e batatas; carnes e peixes; vegetais.

Por fim, obtiveram-se dados analíticos sobre perdas totais as quais giraram em torno de 20% onde, 4% vieram de perdas de armazenamento e preparação, 6% na etapa de exposição dos alimentos para serem pegos pelos consumidores, e 10 % de sobras direta dos pratos, alimentos não consumidos.

O gráfico a seguir apresenta os resultados obtidos nos dias de análise e projeções futuras para melhor explicitação das perdas percentuais levantadas.

Gráfico 3: Quantificação Cumulativa Média de Perdas Diárias, Semanais, Mensais e Anuais em kg



Fonte: Autoria própria (2022).

Observa-se no gráfico cumulativo quantitativo acima, mediante a projeção ao longo do tempo que existem diferentes meios de preparos e culturas acerca do assunto geração de resíduos alimentares que por sua vez venham a gerar discrepantes resultados ao longo do tempo, fatores estes que serão melhor aprofundados no próximo capítulo.

Ainda fundamentando-se em Engström *et al.* (2004) e sua apresentação de estratificação de percentuais de perda, obtemos a figura a seguir:

Figura 1: Fluxograma de Perdas Médias de Alimentos nas Instituições Estudadas



Fonte: (ENGSTRÖM, R. *et al*, 2004). Adaptada.

Figura esta que se mostra alinhada com os resultados pré apresentados anteriormente que como consequência direta faz complementação a frase dos autores:

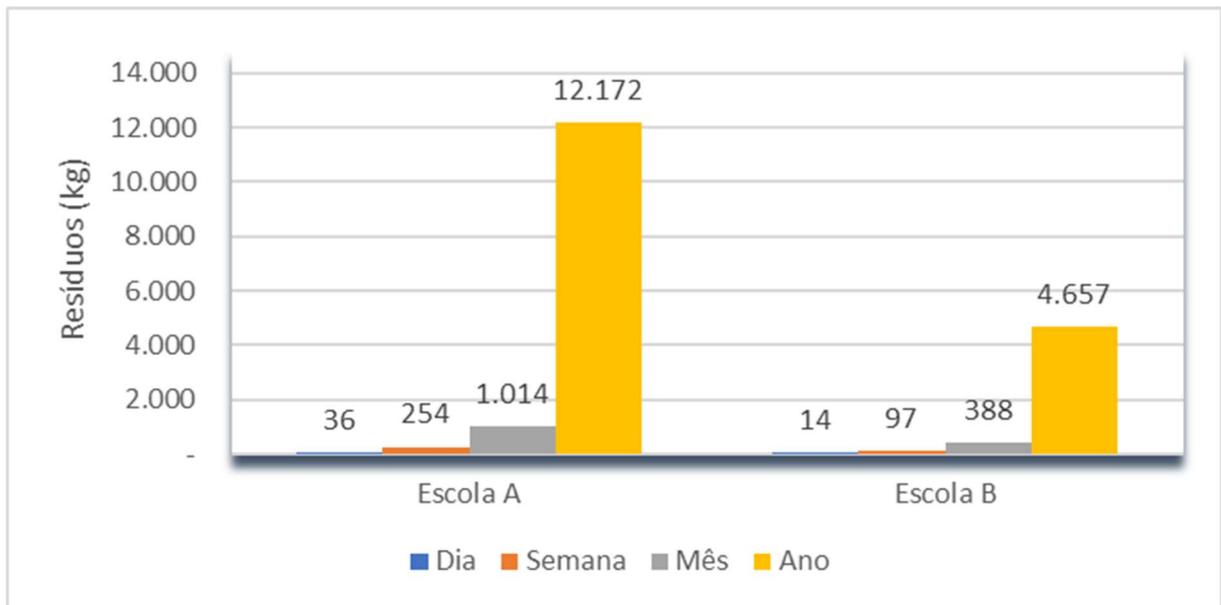
“Assumimos que os resultados da pesquisa no setor de alimentos na Suécia também serão relevantes para outros países desenvolvidos, que estratégias para prevenir perdas de alimentos podem ser identificadas e que a implementação de tais estratégias pode reduzir significativamente as perdas de alimentos”(ENGSTRÖM, R. *et al*, 2004.p.3, tradução autoral).

Ou seja, os mesmos assumem que os resultados da pesquisa no setor de alimentos na Suécia, também são relevantes para outros países desenvolvidos e prediz no texto sobre estratégias para prevenir perdas tão expressivas, estratégias essas que se obtiveram mediante o dia de observação, onde não somente observaram o andamento das atividades, mas também obtiveram fonte secundária, mas não menos importante, as entrevistas. As quais por meio destas os autores afirmam que obtiveram estratégias adicionais para a redução significativa das perdas de alimentos, como por exemplo:

- Envolver os alunos em uma campanha de pesagem dos restos de seus respectivos pratos, tendo ao longo do período predeterminado a exibição de seus resultados, estimulando assim uma competição em prol do não desperdício;
- Diálogos guiados por seus professores com a temática focada em desperdício.

De acordo com os autores Engström *et al.* (2004), após a aplicação das ações previstas em uma das escolas, ocorreu uma redução de desperdício de 35%. O que se torna melhor quantificado e explicitado no gráfico a seguir:

Gráfico 4: Gráfico Cumulativo de Alimentos não Desperdiçados em Kg



Fonte: Autoria própria (2022).

Observa-se assim que ao aplicar o referido percentual de diminuição a quantidade de resíduos que deixam de ser gerados são na proporção média de um terço do total anteriormente gerado. Deve-se ressaltar que a escola que não adotou tais medidas optou pela execução de ações tão importantes tanto, como:

- Fazer compostagem dos resíduos alimentares, e/ou os utilizar como ração para galinhas;
- Criaram sistema de revezamento entre os alunos para entrega dos resíduos por meio de baldes.

Segundo os autores, o número de baldes foi de dezenas para uma unidade. Com a justificativa de que seria melhor comer do que carregar baldes. Ou seja, uma escola com merenda pedagógica quase não gera desperdício de alimentos.

Contudo, ao analisar-se os trabalhos desenvolvidos por Silvennoinen *et al.* (2015) e Betz *et al.* (2015) conseguimos observar conexões destes com os estudos por

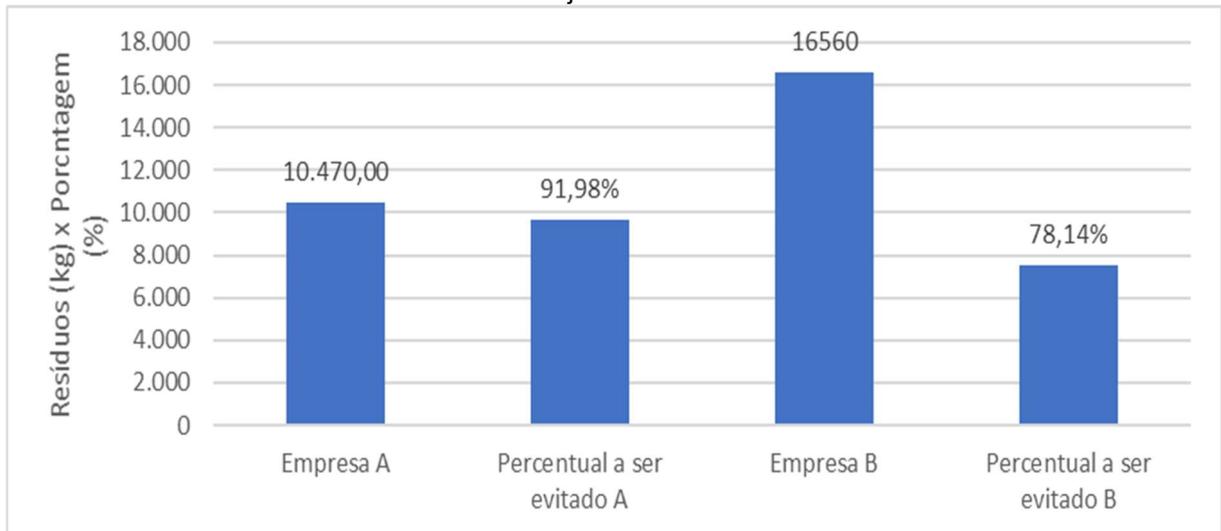
Engström *et al.* (2004), uma vez que os autores publicados em 2015 apresentam em seus estudos desperdícios médios de 20%, e seus respectivos agrupamentos de tipos de alimentos se assemelham com o estudo anterior tanto quanto a identificação dos principais pontos de perdas, ou seja, principais pontos de geração de resíduos alimentares.

Destacando-se assim de estudos anteriores aos de Silvennoinen *et al.* (2015) e Betz *et al.* (2015), que estes tiveram não somente maior gama de estabelecimentos analisados, uma vez que Silvennoinen *et al.* (2015) avaliaram cinquenta e um estabelecimentos como, escolas, creches, refeitórios de trabalho, postos de gasolina restaurantes e lanchonetes e tudo isso em períodos distintos, variando entre uma semana de análise e um dia. Mas também, ressalta-se que os aprofundamentos nas estratificações quanto a geração de resíduos alimentares foram pontos que se destacaram nos trabalhos mais recentes, a exemplo da constatação de não existência de variação de volumes de desperdício alimentício por gênero como apresentado por Betz *et al.* (2015).

De acordo com Betz *et al.* (2015), que tiveram seu trabalho fundamentado em analisar duas empresas, sendo estas atuantes uma no setor educacional(A) e a segunda do ramo industrial(B), destaca-se no referido trabalho que 91,98% do rejeito alimentício gerado pela empresa (A) foi classificado como evitável e 78,14% da empresa (B) obteve a mesma classificação.

Para finalidade de cálculo, a perda anual estimada da empresa (A) foi estimada em 10.470 quilogramas enquanto a empresa (B) tem sua massa de rejeitos alimentares estimadas em 16.560 quilogramas. Fatos estes que se tornam melhor explicitados no gráfico a seguir.

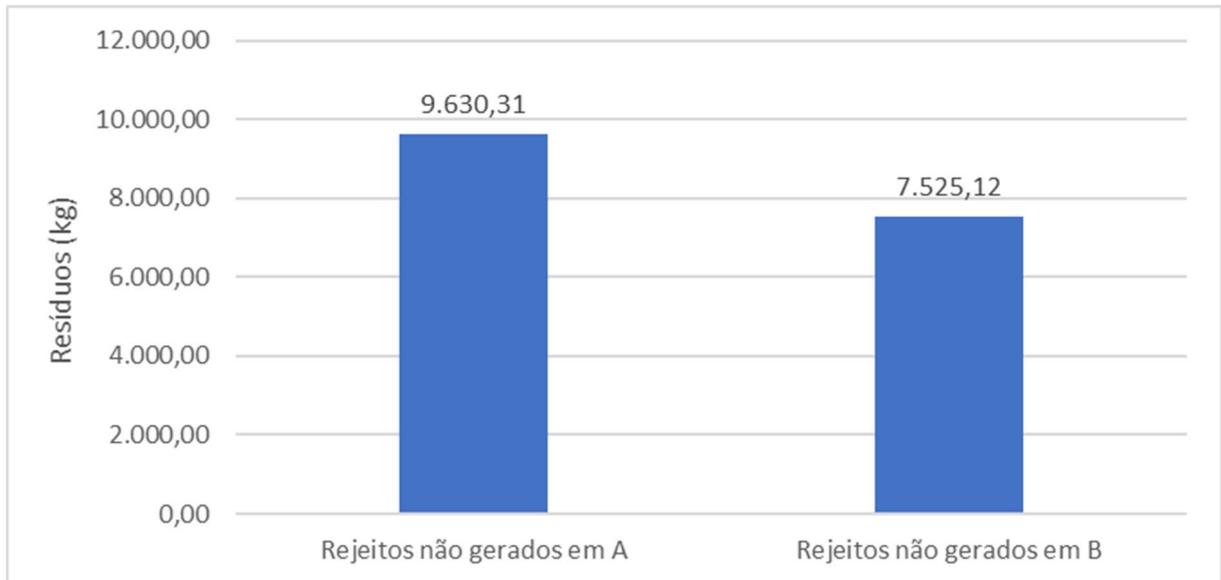
Gráfico 5: Estimativa Quantitativo Anual Estimado de Rejeitos Alimentícios X Percentual de Rejeitos a ser evitado



Fonte: Autoria própria (2022).

Deve-se salientar que, além do diferencial no que se refere ao percentual de rejeitos alimentícios a ser evitado conforme destacado no gráfico 3, os autores destacaram o impacto econômico e o quantificou mediante pesagem de toda massa alimentar diferente da considerada não comestível.

Ao embasar-se nos resultados apresentados por Silvennoinen *et al.* (2015) e Betz *et al.* (2015), destacam-se Betz *et al.* (2015) pois ainda que seus estudos fossem reduzidos em relação a quantidade amostral quando em comparação direta a Silvennoinen *et al.* (2015) e seus 51 estabelecimentos estudados na Finlândia, Betz *et al.* (2015) obtiveram percentuais de redução muito superiores, mesmo prefixando seu estudo em uma taxa de desperdício somado entre as duas empresas alvo tenha sido de 18% (empresa A teve desperdício de 10,73%, empresa B teve desperdício de 7,69%). Conforme podemos observar no gráfico estimativo anual a seguir:

Gráfico 6: Estimativa Anual de Rejeitos Alimentícios não Gerados em kg.

Fonte: Autoria própria (2022).

O gráfico acima tem sua fonte numérica oriunda no gráfico anterior, onde aqui podemos ver a quantificação dos 91,98% de resíduos de alimentos que deixaram de ser gerados na empresa (A) e pareado a este se encontra a quantificação dos 78,14% que deixaram de ser gerados na empresa (B).

Contudo, fora observado no presente trabalho que metodologias mais analíticas foram aplicadas, sendo estas não somente no trato direto com o alimento, mas também na maneira de coletar as informações dos consumidores para melhorar o modo e quantidade com o qual os alimentos são vendidos e apresentados. O que pode ter colaborado para elevação dos resultados da economia. A seguir mais exemplos:

- A separação de alimentos e seus respectivos rejeitos nos conceitos de peso bruto e peso líquido, sendo este diferenciando pelo momento anterior e posterior ao cozimento;
- A exclusão da quantificação no estudo de bebidas e óleos de cozinha;
- Levantamento de razões pelas quais as pessoas deixam comida no prato, que variam desde pressão do tempo para comer até a porção servida pela equipe da cozinha ser muito grande.

Então, observou-se a congruência entre pontos analisados nos trabalhos mais antigos em comparação direta aos mais recentes apresentados com enfoque em resíduos alimentares, pontos estes que vem desde a certeza quanto a existência de perdas de alimentos em toda a cadeia de abastecimento alimentar, o impacto ambiental que isso causa e também se estendem ao fato de todos autores citados até aqui pré-determinarem com nomenclaturas diferentes as mesmas fontes de resíduos alimentares, e as agruparem da mesma forma, como por exemplo:

- ❖ Originalmente não comestíveis: Cascas de vegetais, ossos e borra de café.
- ❖ Originalmente comestíveis: Dividido em sua grande maioria em três categorias:
 - Resíduos de cozinha: que englobam:
 - Perdas no armazenamento;
 - Perdas na separação;
 - Perdas no preparo.
 - Resíduos de serviço: que englobam:
 - Perdas oriundas de queda durante montagem dos pratos;
 - Rejeitos de itens não selecionados e retirados pelos clientes que se auto servem.
 - Sobras de clientes.

Fato notório foi a adição de medidas e ações de uma maneira generalista educacionais, quanto a métodos preventivos a geração de resíduos alimentares em qualquer esfera social. Destaca-se também a crescente elevação de percentuais de resíduos que deixaram de ser gerados ao longo dos estudos, e conseqüentemente com maior agregação de conhecimento sobre o assunto e ações em prol deste

Os autores Tatano *et al.* (2017) utilizaram o método de pesagem para ampliar a aplicabilidade de obtenção de dados, no que se refere a quantificação de resíduos de uma maneira mais generalista, não somente do âmbito alimentício como os outros autores evidenciados.

Sendo assim ao referir-se a Tatano *et al.* (2017), que apresentaram a utilização da pesagem para quantificar e estratificar a geração de resíduos de um restaurante na Itália, na região da cidade Marítima de Fano na área costeira superior da Região de Marche entre o início do mês de maio até o final de outubro um total de 164 dias úteis. Logo, durante a execução do estudo de caso em questão se obteve resultados expressivos quanto a caracterização qualitativa dos resíduos gerados pelo restaurante, os quais se compuseram na seguinte ordem generalista decrescente: alimentos (28,2%), vidro (22,6%), papel (19,1%) e plástico (17,1%). Contudo, fora constatado que cada consumidor gerava em média 0,72 kg de resíduo os quais são respectivamente distribuídos pelos percentuais acima. Segundo os autores, se tornou notório que eventos sazonais vieram a interferir nas coletas dos dados, alta pressão de trabalho por exemplo.

Vale ressaltar que Tatano *et al.* (2017) obtiveram êxito em seus estudos ao basear-se em seus resultados e conclusões, uma vez que para os autores o estudo de caso em questão, diferiu-se das abordagens com questionários ou entrevistas com eventual apoio de inspeções visuais no local ou demais estudos na área. Uma vez que este estudo veio a considerar o fluxo total de resíduos do restaurante, primeiramente os resíduos alimentares, mas de maneira secundária uma avaliação direta da eficiência da coleta seletiva, coisa que estudos anteriores não vieram a apresentar. O estudo também concluiu que embora em um ambiente externo ao residencial em um ambiente tranquilo e relaxante, as taxas de geração de resíduos se equiparam à residencial isso para países desenvolvidos.

5.2.3. Equações

Ao respaldar-se nas referências bibliográficas utilizadas ao longo do presente subcapítulo é que se apresenta a metodologia denominada “Equações”, metodologia esta que se constitui como método para obtenção de dados analíticos, qualitativos ou não, e que fundamenta a obtenção e/ou tratamento dos respectivos dados por meio de equações. No caso de obtenção, as equações receberão seus valores de trabalhos anteriores ou de fontes confiáveis: municipais, estatais, federais etc. Quanto ao

recebimento de dados que se diferem a obtenção pelos meios de pesagem, observação visual, entre outros. Suas bases de cálculo serão advindas de dados coletados.

De acordo com Manual de Resíduos Sólidos – MANUAL PARA EDIFICAÇÕES MULTIFAMILIARES E DE USO MISTO (2022), o modelo de equações utilizado para calcular o volume de resíduos gerados:

Figura 2: Tabela Base para Cálculo de Volume de Resíduos Gerados

TABELA 3				
Tipo de resíduo sólido (coleta seletiva e convencional)	Índice da Tabela 2 (n)	Frequência (f)	Percentual de resíduos – Tabela 2: k1 ou k2	Fórmula do volume
Reciclável seco	Tabela 2	1 - (6 vezes por semana)	Tabela 2	$V = n \times A \times f \times k1$
Reciclável seco	Tabela 2	2 - (3 vezes por semana)	Tabela 2	$V = n \times A \times f \times k1$
Resíduos misturados	Tabela 2	1 - (6 vezes por semana)	Tabela 2	$V = n \times A \times f \times k2$
Resíduos misturados	Tabela 2	2 - (3 vezes por semana)	Tabela 2	$V = n \times A \times f \times k2$

Fonte: (Manual de Resíduos Sólidos – MANUAL PARA EDIFICAÇÕES MULTIFAMILIARES E DE USO MISTO, 2022. p.16)

Onde: n = índice extraído da figura 3. | A = área útil da edificação | f = intervalo entre coletas (utilizar f=1 para coleta realizada 6 vezes por semana, e f=2 para coleta realizada 3 vezes por semana) | k1 = percentual de recicláveis secos 1 de acordo com o tipo de atividade, conforme tabela 2 | k2 = percentual de orgânicos e rejeitos 1 de acordo com o tipo de atividade, conforme tabela 2 a seguir apresentada na Figura 3:

Figura 3: Tabela Base para Obtenção de Índices de Resíduos Gerados em Estabelecimentos Comerciais

TABELA 2 ÍNDICES DE RESÍDUOS GERADOS EM ESTABELECIMENTOS COMERCIAIS				
Tipo de Construção	Classe de Geração	Geração de Lixo (litros/m ² /dia)	Percentual de cada fração	
			Reciclável Seco	Orgânicos e Rejeitos
		n	K ₁	K ₂
Unidades Comerciais				
Escritórios administrativos	Normal	0,3	0,7	0,3
Lojas em geral	Alta	0,7	0,7	0,3
Confecção de roupas e artesanatos	Muito alta	1	0,4	0,6
Copiadoras e gráficas	Muito alta	1	0,8	0,2
Bares e Restaurantes				
Bares, restaurantes, lanchonetes e similares	Muito alta	1	0,4	0,6
Unidades de Trato de Saúde				
Consultórios, ambulatórios e enfermarias	Normal	0,3	0,6	0,4
Farmácias	Alta	0,7	0,2	0,8
Lazer e Diversão				
Academias de ginástica e esportivas	Alta	0,7	0,2	0,8
Parqueamentos e Congêneres				
Garagens fechadas e estacionamentos	Baixa	0,1	0,5	0,5

Fonte: (Manual de Resíduos sólidos – MANUAL PARA EDIFICAÇÕES MULTIFAMILIARES E DE USO MISTO, 2022. p.15)

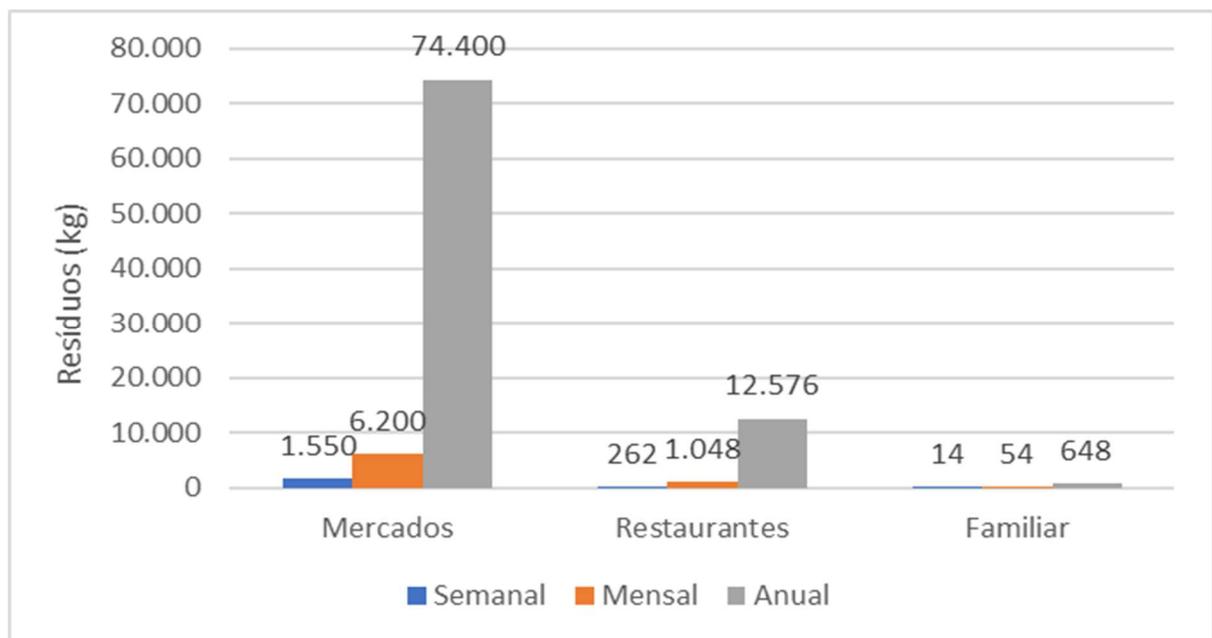
Porém, ao abordar-se a temática de quantificação de resíduos gerados apresentam-se alguns outros autores, ao exemplo de Purcell e Magette (2009) realizaram seu estudo na Irlanda, mais precisamente na região de Dublin, e embasaram sua obtenção de dados de geração de resíduos domésticos e comerciais de acordo com os fatores socioeconômicos, entre outros.

Os autores trataram os dados obtidos sobre *biodegradable municipal waste* (BMW) resíduos biodegradáveis municipais adquiridos em trabalhos anteriores e suas respectivas bases equacionadas, além de grupos governamentais e não governamentais como *Environmental Protection Agency* (EPA) e *Groups California Integrated Waste Management Board* (CIWMB), compilando tais informações, e posteriormente inserindo-as em um software denominado *ArcGIS*, o qual estimou a geração de resíduo biodegradável por tipologia, ou seja, a região de Dublin foi devidamente separada em áreas comerciais, residenciais e em certos momentos ocorreu a combinação de ambos. Agregando-se a estas tipologias, indicadores como

classe social, número de pessoas por residência etc. Esse trabalho foi executado através do geoposicionamento.

Purcell e Magette (2009) encontraram valores como 1.550 toneladas por semana para mercados, 262 toneladas por semana para restaurantes e geração de resíduos familiar apresentaram variância entre 11 a 16 toneladas por semana, sendo esta variação justificadamente embasada no tamanho da família e demais fatores socioeconômicos. O gráfico a seguir apresenta de maneira média cumulativa as prospecções semanais mensais e anuais dos valores apresentados anteriormente.

Gráfico 7: Gráfico Cumulativo Médio de Geração de Resíduos na Região de Dublin em Toneladas



Fonte: Autoria própria (2022).

Observa-se que os dados apresentados no gráfico anterior explicitam uma considerável discrepância entre os demais apresentados, fatores estes que se embasam na necessidade da triagem que é feita por parte dos mercados para apresentação dos melhores itens para venda, além do fato que existem limites de validade a serem respeitados, logo, o que não passou no padrão de qualidade para exposição é descartado, bem com o que passou porém não foi comprado dentro do prazo limite de qualidade do produto.

O projeto apresentado por Seng *et al.* (2013) faz a previsão de geração e resíduos entre os anos de 2003 e 2020 no Camboja com foco principal na extensão da vida útil

do(s) aterro(s) que esteja(ão) atrelado(s) ao recebimento de todo futuro resíduo que será gerado.

O estudo em si, baseia sua estimativa de cálculos em cinco cenários de fontes diferentes, sendo estes: famílias, hotéis, restaurantes, mercados, lojas e etc. Onde em cada um destes fatores individuais foram levados em consideração para servirem de fator multiplicador nos cálculos, como por exemplo, ao falarmos de:

- Famílias: População, número de pessoas;
- Hotéis: Quantidade do respectivo empreendimento e capacidade de aporte de hóspedes;
- Mercados: Número de barracas de clientes em média;
- Restaurantes: Quantidade do respectivo empreendimento e capacidade de clientes em média;
- Lojas: Quantidade do respectivo empreendimento.

Ressalta-se que foi considerado pelos autores a elevação de unidades das fontes em correlação direta ao crescimento do PIB de Camboja.

De acordo com Seng *et al.* (2013), após a execução da projeção mediante todos os fatores a serem considerados para tal e previamente apresentados, foi que se obtiveram a projeção de 811 toneladas por dia em 2003 e de 2.873 toneladas em 2020. Os autores ressaltaram que a reciclagem de resíduos orgânicos por meio da compostagem, pode contribuir significativamente para solução da gestão de tais resíduos e conseqüentemente o impacto ambiental, uma vez que prolongará a vida útil do aterro sanitário em questão e minimizará a emissão de GEE (Gases do Efeito Estufa).

De acordo com Principato *et al.* (2018) os quais fizeram uso Software GME, para concentrar os dados coletados em cento e vinte e sete restaurantes entre as regiões de Lácio e Toscana na Itália com dois objetivos em específico. Em primeiro lugar, propor um referencial teórico para explorar os fatores que fazem os restaurantes gerarem resíduos de alimentos. Em segundo lugar, compreender se o desperdício alimentar nos restaurantes está relacionado com a cozinha e com os clientes.

Destaca-se que os referidos autores, ressoam a ideia que, existem perdas de alimentos desde o início da cadeia produtiva, uma vez que afirmam que aproxima-se de um terço de toda produção de alimentos no mundo ser desperdiçada.

Ao fim do processo estudado, Principato *et al.* (2018) afirmam que os resultados obtidos comprovam que a atitude dos gerentes dos restaurantes bem como os tipos de cardápios servidos por estes e o tamanho do restaurante, são fatores decisivos e altamente impactantes no volume de resíduos alimentares gerados. Deve-se ressaltar que o referido estudo é um dos primeiros a destacar fatores, atitudes e comportamentos relacionados ao desperdício de alimentos em restaurantes de uma perspectiva gerencial.

Os autores destacaram que ao executarem a devida distinção entre (*Client Food Waste*) CFW – Desperdício de comida do cliente, e (*Kitchen Food Waste*) KFW – Desperdício de comida na cozinha, o caráter exploratório do estudo pode permitir abordar de forma efetiva o problema de pesquisa e orientar pesquisadores para a realização de estudos mais aprofundados sobre o tema, bem como gestores de restaurantes e tomadores de decisão de negócios, embora não seja possível estender esta generalização todos os restaurantes. Por outro lado, destacou-se a importância de distinguir as fases de geração de resíduos alimentares para identificar fatores específicos relacionados a cada fase, possibilitando assim ações futuras de mitigação de desperdícios.

Malefors *et al.* (2019), Beretta e Hellweg (2019) originaram seus trabalhos ambos ao se embasar na necessidade de coleta de dados primários sobre o desperdício de alimentos para obter assim a devida quantificação destes com intuito de definir um indicador na meta que será a redução do desperdício de alimentos pela metade até 2030.

Malefors *et al.* (2019) em seu estudo examinaram como as linhas de base de qualidade para o desperdício de alimentos podem ser alcançadas dentro dos diferentes segmentos a exemplo os setores: hoteleiro, englobando estabelecimentos como cantinas, hospitais, hotéis, pré-escolas, escolas primárias, restaurantes e escolas secundárias.

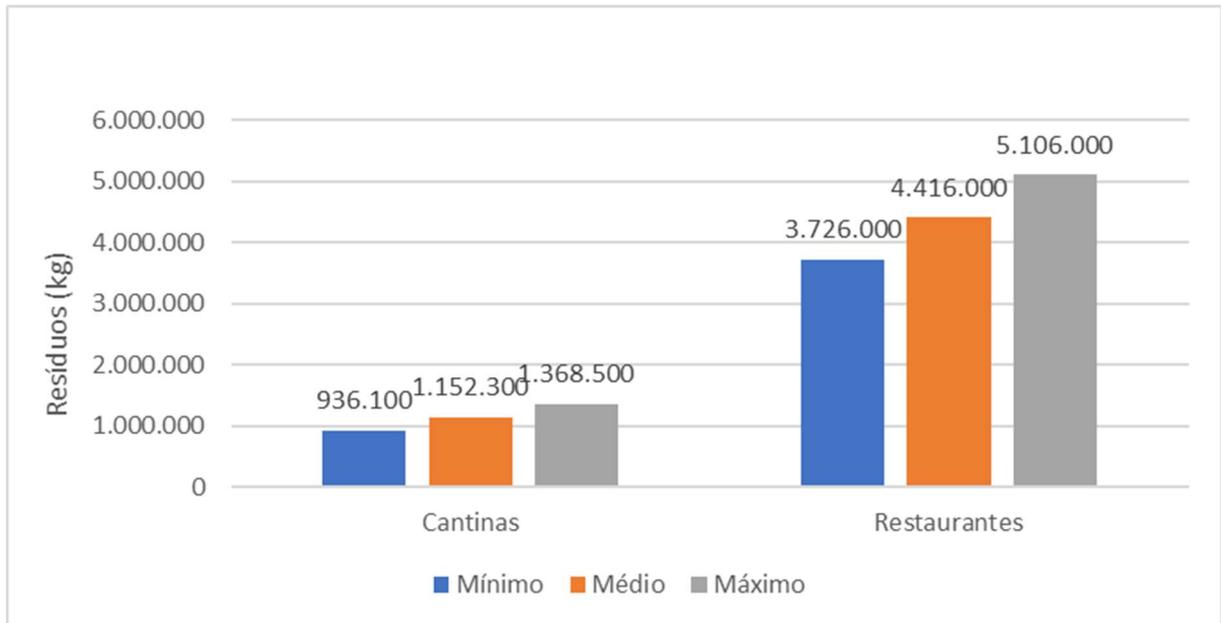
O material desenvolvido pelos mesmos, foi composto por dados de quantificação de resíduos alimentares medidos em 1.189 cozinhas na Suécia, Noruega, Finlândia e Alemanha em um total de 58,81 dias e um quantitativo amostral de 23 milhões de porções.

Malefors *et al.* (2019) fizeram um compilado de todas as informações coletadas dentro do período do experimento. Ao embasar em seus resultados pode-se afirmar que cerca de 20% de toda comida servida foi descartada. E tal desperdício possui uma considerável variação, de acordo com os autores:

- Cantinas: $50,1 \pm 9,4$ g por porção;
- Restaurantes: 192 ± 30 g por porção.

Somente durante o estudo um volume de alimentos desperdiçados oscilou entre 936.000 quilogramas e 5.106.000 quilogramas, salienta-se que os valores que serão apresentados possuem suas variações também quantificadas.

Logo, toda esta quantidade torna-se melhor quantificada e apresentada no gráfico a seguir:

Gráfico 8: Quantificação de Alimentos Desperdiçados ao Longo do Período de Estudo.

Fonte: Autoria própria (2022).

O gráfico 8 apresenta a caráter ilustrativo o valor principal do desperdício em laranja, ou seja, o valor base. Em azul, foi aplicada a quantidade de variação de menor desperdício possível e por último, em escala de cinza apresentou-se a variação máxima de peso de alimento que poderia ter sido desperdiçada ao longo da coleta de dados para o referido trabalho.

Por fim, Beretta e Hellweg (2019) diferenciam-se dos anteriormente citados Malefors *et al.* (2019) no instante em que alterou inicialmente sua área de atuação de estudo, abrangendo toda a Suíça, Alemanha, Finlândia e Reino Unido. E acrescenta-se aos pontos de diferenciação no ato da apresentação de resultados, onde estes demonstram as diferentes frações médias de desperdício em um restaurante de luxo bem como a quantidade em quilogramas que se conseguiria evitar de desperdiçar em refeições em um hospital.

Beretta e Hellweg (2019) trouxeram de maneira clara em seus resultados que restaurantes de luxo apresentam em média 450 gramas de desperdício por prato e acrescentam que para obtenção de tal valor deve-se incorporar à massa o total de cascas de frutas e ossos. Também apresentaram o fato de que em hospitais e escolas cerca de quase 300 gramas de desperdício de comida poderiam ser evitadas. Foi ressaltado no estudo que ao atingir a meta de redução de desperdício de 108 gramas por refeição, a meta de redução de desperdício mundial será batida.

Pode-se observar com notoriedade que, ao longo de todo levantamento quantitativo e qualitativo que quase que em unanimidade os autores citados, ainda que de gerações de pesquisas diferentes, obtiveram bases comprobatórias de desperdício em torno de 20%. Base esta que veio ao longo dos estudos sendo melhor “estratificada”, uma vez que com a introdução de novos métodos de análise de dados aliados a novos conhecimentos e tecnologia, os percentuais dentro dos 20% referidos de desperdício tem se dividido “melhor”, mais analiticamente em suas fontes dentro do processo que se origina desde o recebimento e acondicionamento dos alimentos, passando por seus preparo até o consumidor final. Destacando-se assim os dois últimos autores citados no presente capítulo, uma vez que estes apresentaram a meta de redução mundial, bem como quanto deve se deixar de desperdiçar para conseguir êxito nesse objetivo até 2030.

5.2.4. Método Híbrido

Utilizou-se para definição do método híbrido as referências bibliográficas que compõem o presente subtópico. Logo, define-se assim tal metodologia como a que possui em sua composição a utilização de mais de um método para obtenção e ou tratamento dos dados que serão apresentados no estudo.

No presente subtópico serão apresentados estudos dos quais fizeram uso de mais de uma metodologia de estudo para compilação dos dados e conseqüente obtenção de resultados.

Uma abordagem de estudo interessante no âmbito de metodologia híbrida é a proposta por Henningson *et al.* (2004) com cento e vinte e quatro empresas de coleta em Nova York e regiões adjacentes entre outubro a novembro de 2003, onde no desenvolvimento do projeto que fora executada em duas partes, onde:

- Em sua primeira etapa consistiu-se na implementação de uma pesquisa, onde todos os caminhões receberam um formulário de pesquisa por fax com uma carta de apresentação, descrevendo o propósito da pesquisa e impondo um prazo de três dias para o envio dos dados solicitados por fax. Os dados solicitados a cada pessoa

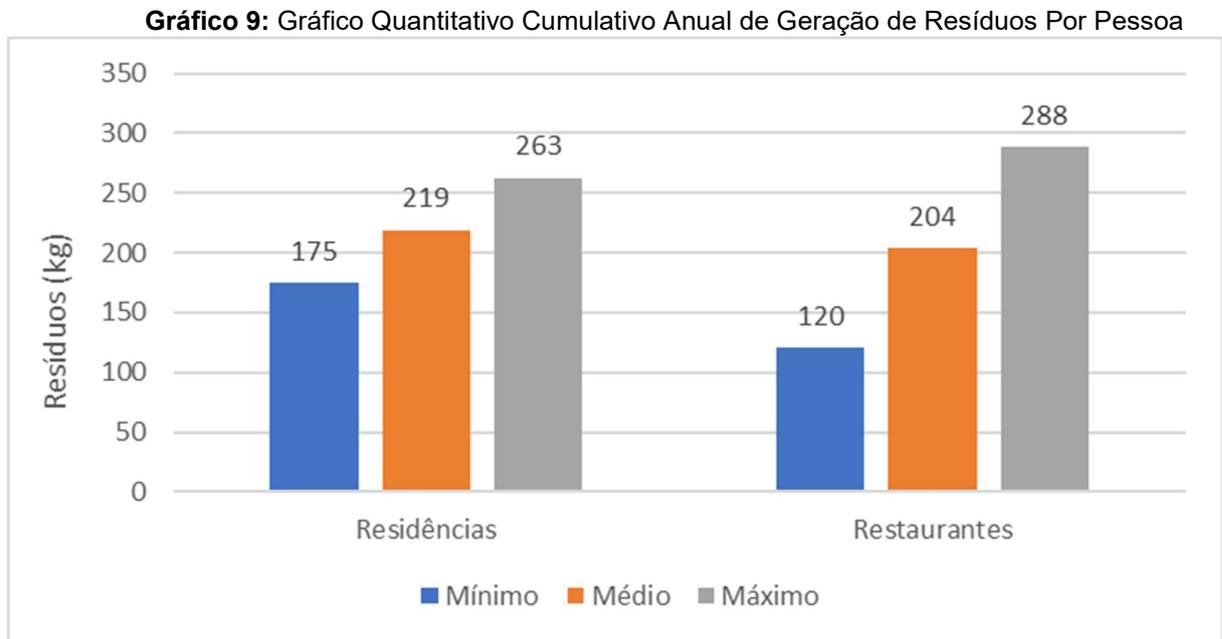
envolvida na coleta incluíam: (i) a quantidade de resíduos putrescíveis coletados por mês, inclusive de resíduos descartados e reciclados; e (ii) as estações de transferência ou locais de disposição onde os resíduos putrescíveis foram despejados, indicando o nome, endereço e as quantidades dispostas em cada local. Os mesmos dados foram solicitados para resíduos recicláveis recolhidos pelo caminhão. As informações no formulário de pesquisa foram então corroboradas e complementadas por um acompanhamento presencial ou entrevista por telefone com a empresa que a executará durante essas entrevistas incluíram o número de turnos de caminhão operados em cada bairro, o número de caminhões de resíduo ou recicláveis recolhidos por turno, os tipos e tamanhos de veículos usados para recolher o resíduo e recicláveis.

- Na segunda etapa: As informações no formulário de pesquisa foram então separadas por bairros, regiões, cidades sendo devidamente compiladas, complementadas e agrupadas em toneladas por um acompanhamento presencial ou entrevista por telefone.

Os resultados obtidos por Henningson *et al.* (2004) estimam uma quantidade nos seis meses de pesquisa, quantidade esta que foi multiplicada por dois para transpor esse resultado para o período de um ano e devidamente apresentado para ser comparado posteriormente. Seus resultados foram de um total de resíduos putrescíveis eliminados no período da pesquisa de 2.244.318 toneladas, e a quantidade de 810.133 toneladas referem-se ao total estimado de recicláveis, ou seja, um total de 3.054.451 toneladas de resíduos foram gerados.

Ao se basear nos estudos de Adhikari *et al.* (2008) obteve como resultados sobre a geração das famílias participantes, que produziram em média de junho a agosto de 2004, um valor aproximado de 0,6 ($\pm 0,12$) kg de resíduos alimentares per capita por dia.

No restaurante do estudo em questão, uma média de 0,56 ($\pm 0,23$) kg de resíduos alimentares per capita por dia foi produzido de junho a agosto do mesmo ano, o que pode ser melhor ilustrado no gráfico a seguir:



Fonte: Autoria própria (2022).

Ressalta-se que para leitura e interpretação do gráfico anterior existiu variação considerável de pessoas servidas no restaurante nos meses de coleta de dados.

Os estudos apresentados por Adhikari *et al.* (2008) foram realizados entre julho e agosto de 2004 imprescindivelmente as terças, quintas e sábados onde todo rejeito alimentício residencial oriundo da área da Park Avenue da cidade de Montreal que era entregue no centro de compostagem Eco-Quartier Jeanne Mance. Nos respectivos dias, famílias com média de 2,5 componentes foram estudadas, um quantitativo estratificado durante o estudo fora de: 20 famílias às terças, 28 famílias às quartas e 41 famílias aos sábados.

Acresceu-se ao estudo como base de dados, os rejeitos alimentares de um restaurante no centro da cidade de Montreal coletados no mesmo período de tempo, onde neste caso todo rejeito era colocado em sacos de 100L e pesados ao final do dia. Todos os resultados de volumes de coleta foram devidamente caracterizados e analisados em triplicata para finalidade de refino dos dados, diminuindo assim os erros de amostragem. Dados estes que posteriormente foram calculados utilizando *excel* e seu desvio padrão foi estimado utilizando um software denominado ANOVA que fez a

comparação dos dados obtidos com os apresentados em sites oficiais federais, onde obtiveram um nível de confiabilidade de 95%.

Edjabou *et al.* (2015) Elaboraram um estudo na Dinamarca, baseando-se em trabalho anterior na área em questão, no qual vieram a avaliar o potencial de geração de resíduos alimentares em áreas de escritório, quantificando as taxas de geração destes resíduos, eficiência da classificação de fontes e a pureza das amostras analisadas para a área de estudo. Também avaliaram os parâmetros de sazonalidade, número de funcionários, teor de umidade e potencial bioquímico da amostra. Em seguida, os resultados permitiram avaliar como contribuir para a redução de resíduos no estudo de caso visando atender as metas nacionais de geração de resíduos alimentares.

Edjabou *et al.* (2015) obtiveram resultados analíticos na casa de $0,08 \pm 0,018$ kg por funcionário por dia, de resíduos alimentares classificados na fonte e dada a eficiência da classificação $89 \pm 28\%$ dos alimentos, o que permitiu mostrar que a meta estabelecida pelo governo dinamarquês de 60% de reciclagem dos resíduos gerados são alcançáveis. Também notou-se que as variações sazonais e a quantidade de alunos na região de escritórios não afetaram a geração de resíduos alimentares.

Pirani e Arafat (2016) tiveram seu trabalho baseado na redução de desperdício de comida na área hoteleira nos Emirados Árabes em Abu Dhabi, durante os anos de 2012 e 2013, com exclusão do mês de setembro de 2012. Onde sua quantificação dos fluxos de resíduos alimentares foi realizada como um resultado de dois métodos de coleta de dados: o primeiro método envolvido obtenção de dados diários de resíduos alimentares da cantina do Instituto Masdartuto de Ciência e Tecnologia em Abu Dhabi, enquanto o segundo método envolveu um MFA (análise de fluxo de materiais) para os diferentes eventos que monitorados foram em vários restaurantes do hotel.

Pirani e Arafat (2016) apresentaram as classificações de resíduos alimentares em percentuais, distribuindo o total gerado por cada refeição servida ao longo do dia, logo a referida apresentação foi de 22% do total rejeitado servido a “*la carte*” se qualificou como resíduo alimentar, bem como 18% de todo rejeito do café da manhã e 73% de todo rejeito oriundo do almoço sendo este tipificado como buffet também fora classificado como resíduo alimentar.

Trang (2016), realizou um estudo no Vietnã, em um total de 108 empreendimentos entre restaurantes e lanchonetes, por um total de 10 dias consecutivos. O estudo executou-se por meio de uma junção da coleta de dados por meios de pesquisas e questionários, gerando assim uma correlação direta entre a geração de resíduos, número de trabalhadores, área do empreendimento, número de meses que o local possui. Acrescido por todo tratamento dos dados em software. Por fim, obteve uma quantidade de 210 toneladas por dia, advindas dos 108 empreendimentos previamente citados.

Wang *et al.* (2017), além de ressaltar o que muitos autores previram sobre o volume de desperdício global de alimentos, destacou este para países em desenvolvimento. Executou seu estudo entre julho e agosto de 2015 de segunda-feira a domingo. O referido estudo se deu por hibridização das metodologias de pesagem direta e pesquisa. Sua abrangência foi de 3.557 mesas em cento e noventa e cinco restaurantes na China em 2015. Ressalta-se que para a obtenção do valor de desperdício alimentar por pessoa a cada refeição (FW_{pcpm}) a equação a seguir foi utilizada:

$$FW_{pcpm} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^d FW_{ij} / \sum_{i=1}^n N_n$$

(Eq.:1)

Onde: FW_{ij} representa a quantidade residual de alimentos, “n” é o número de tabelas pesquisadas em cada cidade, “d” é o número de categorias de alimentos, e “N” é o número de consumidores em cada mesa.

Ao analisar o estudo Wang *et al.* (2017), que apresentou como resultado a quantidade média de desperdício alimentar por pessoa por refeição de 93 g, o fato de acrescentar os turistas nas bases de cálculos em todas as quatro cidades pesquisadas na China pode-se observar que em média 103 g por pessoa por refeição de alimento fora desperdiçado, sendo assim este valor superior ao dos residentes.

Por fim, o estudo de Li *et al* (2020) realizou uma pesquisa de geração de resíduos alimentares numa cidade turística chamada Lhasa, no Tibete Chinês, onde há uma grande concentração de restaurantes. A pesquisa foi executada pela primeira vez em 2013 e, em seguida, repetida em 2015.

Apenas o consumo de alimentos no almoço e no jantar foram incluídos na pesquisa. Um total de 46 restaurantes com 290 mesas no total foram investigadas em 2013 e um total de 23 restaurantes com 73 mesas no total foram investigados em 2015. Para cada tabela de amostra, o peso de cada prato foi dividido em peso de cada ingrediente alimentar incluído no prato.

Por último, ao referir o estudo de Li *et al* (2020), o qual obteve resultados expressos em percentuais de elevação de consumo de alimentos, resultados estes que foram obtidos por meio de somatório. E o consumo alimentar por pessoa por refeição foi calculado com base no número total de turistas analisados. Logo, ao final do estudo, constatou-se que ocorreu uma elevação de 8% no consumo turístico por refeição no período de 2013 – 2015.

Nota-se que a metodologia híbrida mais recorrente fora a que faz uso de base de dados advindos da pesagem com tratamento dos respectivos dados por meio de softwares. Não desconsiderando métodos híbridos como pesagem e questionário ou levantamento bibliográfico e tratamento de dados.

Contudo estes métodos citados, bem como a “eficiência” de seus resultados serão melhor confrontados no subtópico 5.3.1.

5.3. AVALIAÇÃO DAS METODOLOGIAS

No presente tópico será pleiteado o confronto de informações apresentadas no tópico 5.2. Ou seja, modelos e metodologias serão equiparados e seus pontos divergentes salientados.

5.3.1. Pesagem x Equação x Observação Visual

A execução de uma comparação direta acerca de confiabilidade de resultados entre os métodos de Pesagem, Equação, Observação Visual e o Híbrido deve-se de maneira antecipada responder a um breve questionário para que encaixe em sua metodologia de pesquisa ou estudo o melhor ou os melhores métodos. Sendo assim, segue as principais questões levantadas:

- Quanto tempo se tem para executar a pesquisa?
- Em que lugar ela será feita? Você tem acesso fácil ao local?
- O acesso às informações Municipais, Estaduais e Federais de Geração de Resíduos, são de fácil acesso?
- Tem-se mão de obra e verba suficiente para executar todo o estudo?
- Caso você utilizasse a combinação de métodos, seus resultados seriam mais abrangentes e confiáveis?

Após responder o breve questionário anterior, torna-se mais fácil entender que tipo de metodologia ou metodologias facilitarão o desenvolvimento de novos estudos.

Nota-se uma tendência de favorecimento à credibilizar a metodologia de pesagem. Contudo, fatores como, o que pesar, como contabilizar tornam-se primordiais para o favorecimento de tal método.

Fato é que, ao se embasar devidamente a pesagem é um método extremamente útil e confiável, contudo, o mínimo necessário para uma utilização de excelentes resultados por meio dos métodos equacionais não extinguirá a possibilidade e credibilidade de seus resultados. Deve-se assim considerar neste momento de confronto de métodos os seguintes fatores para a aplicação destes:

- Ocorrerá pesagem e tratamento de dados? Se sim, para maior confiabilidade de resultados é interessante a observação visual andar junto com o ato da pesagem, uma vez que assim se terá certeza de o que está sendo pesado é o real alvo do estudo em questão;
- Existirá embasamento do estudo em trabalhos anteriores? Se sim, para maior confiabilidade de resultados deve-se fazer uso de equações específicas para melhor tratamento e conseqüente elevação da qualidade dos dados obtidos;

De maneira generalista, fato é que, a utilização de mais de uma ferramenta para obtenção, tratamento e apresentação de dados sempre será o melhor caminho, uma vez que é notório que na possível ausência de atendimento de um método pode ser suprida pela utilização de outro.

6. CONCLUSÃO

O desperdício de alimentos ocasiona prejuízos consideráveis ao meio ambiente, uma vez que grande parte das terras, agrotóxicos, transporte, gastos energéticos e demais fatores ambientais que estão incluídos na cadeia produtiva de alimentos acabam não sendo aproveitados. Segundo a *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO), mais de 30% da produção mundial de alimentos é desperdiçada a cada ano entre as fases de pós-colheita e a venda no varejo.

Assim, a partir da investigação de diferentes metodologias para a quantificação de resíduos alimentares nos diversos estabelecimentos comerciais analisados, foi possível avaliar aquela que melhor se adequa em cada uma das situações, e que acabam por minimizar a diferença entre os dados obtidos e os dados reais.

A partir da análise dos artigos apresentados foi possível observar que para os estabelecimentos de restaurantes tem-se resultados de resíduos alimentares variando em torno de 20% nos estabelecimentos, sendo esse valor resultante dos estudos utilizando as metodologias híbridas, de pesagem e equações. Com exceção dos materiais dos autores Pathak *et al.* (2020) e Papargyropoulou *et al.* (2016) que obtiveram resultados subestimados e superestimados respectivamente, esses estudos utilizaram como base a metodologia de observação visual, destoando dos resultados obtidos pelas outras metodologias citadas.

Ao longo do presente projeto notou-se uma representatividade significativa dos dados obtidos a partir da utilização de pesagem direta por um determinado período. Isso se evidencia nos estudos de Engström *et al.* (2004), Silvennoinen *et al.* (2015) e Betz *et al.* (2015), em que apresentaram desperdícios alimentares na faixa de 20% e pontos principais semelhantes quanto às causas de geração desses resíduos.

Também deve-se ressaltar os resultados obtidos nos estudos que utilizaram a metodologia por equações. Alguns autores, como Principato *et al.* (2018) e Purcell e Magette (2009), recorreram ao uso de softwares para estimar a geração de resíduos alimentícios. Já o estudo de Seng *et al.* (2013) realizou uma previsão da geração de

resíduos em alguns cenários com diferentes indicadores como PIB, população e número de clientes.

Logo, dentre os diversos fatores utilizados para determinar a metodologia de obtenção de dados de geração de resíduos alimentares, que mais se aproxima dos dados reais, avaliou-se que os métodos híbridos possuem a melhor representatividade. Nesse aspecto, pode-se citar o estudo de Adhikari *et al.* (2008), realizado em Montreal, que utilizou a observação visual, pesagem e a correlação dos dados obtidos em um software para comparação com os dados reais disponibilizados em sites federais, e assim notou-se uma confiabilidade de 95%.

Tais metodologias e ferramentas quando aplicadas em conjunto permitem uma melhor e mais confiável estimativa da geração de resíduos alimentares em determinado local e período de tempo, e com isso auxiliam na definição de indicadores que poderão fazer parte de projeções que tem como objetivo alcançar metas estabelecidas para a redução de geração de resíduos alimentares.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ADHIKARI, B. K. et al. Characterization of food waste and bulking agents for composting. *Waste Management*, v. 28, n. 5, p. 795-804, 2008.

AsBEA SC - COMCAP. Manual de Resíduos Sólidos: MANUAL PARA EDIFICAÇÕES MULTIFAMILIARES E DE USO MISTO. Centro - Florianópolis, p. 32, 2022.

BETZ, Alexandra et al. Food waste in the Swiss food service industry—Magnitude and potential for reduction. *Waste management*, v. 35, p. 218-226, 2015.

BERETTA, Claudio; HELLWEG, Stefanie. Potential environmental benefits from food /waste prevention in the food service sector. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 147, p. 169-178, 2019.

TRANG, Do Thi Thu. A study of solid waste generation from commercial and institutional sectors and its potential for recovery in Vietnam. 2016.

EDJABOU, Maklawe Essonanawe et al. Source segregation of food waste in office areas: Factors affecting waste generation rates and quality. *Waste Management*, v. 46, p. 94-102, 2015.

ENGSTRÖM, Rebecka; CARLSSON-KANYAMA, Annika. Food losses in food service institutions Examples from Sweden. *Food policy*, v. 29, n. 3, p. 203-213, 2004.

(HENNINGSON, D. et al. COMMERCIAL WASTE MANAGEMENT STUDY VOLUME II: COMMERCIAL WASTE GENERATION AND PROJECTIONS, 2004).

LI, Y. et al. Tourist food consumption and its arable land requirements in a popular tourist destination. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 153, p. 104587, 2020.

MALEFORS, Christopher et al. Towards a baseline for food-waste quantification in the hospitality sector—quantities and data processing criteria. *Sustainability*, v. 11, n. 13, p. 3541, 2019.

PAPARGYROPOULOU, Effie et al. Conceptual framework for the study of food waste generation and prevention in the hospitality sector. *Waste Management*, v. 49, p. 326-336, 2016.

PATHAK, Dhundi Raj et al. Quantification and characterization of the municipal solid waste for sustainable waste management in newly formed municipalities of Nepal. *Waste Management & Research*, v. 38, n. 9, p. 1007-1018, 2020.

PRINCIPATO, Ludovica; PRATESI, Carlo Alberto; SECONDI, Luca. Towards zero waste: An exploratory study on restaurant managers. *International Journal of Hospitality Management*, v. 74, p. 130-137, 2018.

PURCELL, Mary; MAGETTE, W. L. Prediction of household and commercial BMW generation according to socio-economic and other factors for the Dublin region. *Waste Management*, v. 29, n. 4, p. 1237-1250, 2009.

SENG, Bunrith et al. Scenario analysis of the benefit of municipal organic-waste composting over landfill, Cambodia. *Journal of Environmental Management*, v. 114, p. 216-224, 2013.

SILVENNOINEN, Kirsi et al. Food waste volume and origin: Case studies in the Finnish food service sector. *Waste Management*, v. 46, p. 140-145, 2015.

TATÀNO, Fabio et al. Generation and collection of restaurant waste: Characterization and evaluation at a case study in Italy. *Waste Management*, v. 61, p. 423-442, 2017.

WANG, Ling-en et al. The weight of unfinished plate: A survey based characterization of restaurant food waste in Chinese cities. *Waste Management*, v. 66, p. 3-12, 2017.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ESPÍRITO SANTO DO TURVO - SP. Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos, p. 12, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10007: Amostragem de Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro-RJ, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10007: Resíduos Sólidos - Classificação. Rio de Janeiro-RJ, 2004.

BRASIL, Lei N° 12.305 de 02 de agosto de 2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).