

AVALIAÇÃO POR ANÁLISE DE FLUXO DE MATERIAIS COMO FERRAMENTA DE APOIO À GESTÃO DE DESPERDÍCIO DE ALIMENTOS: UM ESTUDO DE CASO EM UNIDADE DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO - UAN NO BRASIL

MATERIAL FLOW ANALYSIS ASSESSMENT AS A TOOL TO SUPPORT FOOD WASTE MANAGEMENT: A CASE STUDY IN A FOOD AND NUTRITION UNIT (UAN) IN BRAZIL

EVALUACIÓN DEL ANÁLISIS DEL FLUJO DE MATERIALES COMO HERRAMIENTA DE APOYO A LA GESTIÓN DEL DESPERDICIO DE ALIMENTOS: UN ESTUDIO DE CASO EN UNA UNIDAD DE ALIMENTOS Y NUTRICIÓN (UAN) EN BRASIL

Mario dos Santos Bulhões¹, Maria da Conceição Pereira da Fonseca²

DOI: 10.54899/dcs.v22i85.3823

Recibido: 17/11/2025 | Aceptado: 18/11/2025 | Publicación en línea: 02/12/2025.

RESUMO

Os serviços de alimentação têm papel relevante na cadeia produtiva, tanto economicamente quanto pelo impacto ambiental que geram. Contudo, ainda são poucos os estudos que utilizam ferramentas sistemáticas para quantificar o desperdício de alimentos e seus efeitos ambientais. Para suprir essa lacuna, o estudo quantifica e classifica os desperdícios pela utilização da Análise de Fluxo de Materiais (AFM) como ferramenta de apoio à gestão do desperdício. A pesquisa foi conduzida em um restaurante universitário de uma instituição pública no Brasil. Os resultados mostram que, das $(45,28 \pm 1)$ t/mês de insumos que entraram no sistema produtivo, cerca de $(23,53 \pm 0,4)$ t/mês tornaram-se resíduos, aproximadamente 51,87%. A análise da composição dos resíduos revelou que, em relação ao volume total, 58% referem-se ao Fator de Correção (FC), ocupando o primeiro lugar. Em segundo lugar, aparecem sobras de ingestão/bandeja com 23%, e em terceiro, com 19%, os resíduos de sobras limpas e sujas. As classes de vegetais e legumes/cereais apresentaram maior volume de desperdício, com $(7,6 \pm 0,5)$ t/mês e $(6,18 \pm 0,3)$ t/mês, respectivamente. Os resultados da AFM indicaram que a Cozinha Quente demanda mais energia, água e mão de obra devido à maior complexidade de preparo, e que algumas rotas e funções exigem atenção especial, a exemplo de origem animal para melhorar o controle e mitigar o desperdício na origem.

Palavras-chave: Análise de Fluxo de Materiais. Desperdício de Alimentos. Redução. Sustentabilidade.

¹ Doutor em Engenharia Industria, Universidade Federal da Bahia (UFBA), Salvador, Bahia, Brasil.
E-mail: mario29b@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7246-3838>

² Doutora em Alimentos e Nutrição, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Salvador, Bahia, Brasil.
E-mail: mcfonseca@gmail.com

ABSTRACT

Food services play an important role in the food supply chain, both economically and in terms of the environmental impacts they generate. However, few studies have applied systematic tools to quantify food waste and its associated environmental effects. To address this gap, the present study quantifies and classifies food waste using Material Flow Analysis (MFA) as a management-support tool. The research was carried out in a university restaurant of a public institution in Brazil. The results show that, of the (45.28 ± 1) t/month of inputs entering the production system, approximately (23.53 ± 0.4) t/month became waste—about 51.87%. The composition analysis revealed that 58% of total waste corresponded to the Correction Factor (CF), ranking first. In second place were plate/leftover wastes (23%), followed by clean and dirty production leftovers (19%). Vegetable and legume/cereal categories showed the highest waste volumes, with (7.6 ± 0.5) t/month and (6.18 ± 0.3) t/month, respectively. MFA results also indicated that the Hot Kitchen required more energy, water, and labor due to the greater complexity of preparation. Additionally, certain routes and processes, particularly those involving animal-based items, require special attention to improve control measures and reduce waste at its source.

Keywords: Eco-Efficiency. Material Flow Analysis. Food Waste. Reduction. Sustainability.

RESUMEN

Los servicios de alimentación desempeñan un papel importante en la cadena productiva, tanto desde el punto de vista económico como por los impactos ambientales que generan. Sin embargo, son pocos los estudios que han aplicado herramientas sistemáticas para cuantificar el desperdicio de alimentos y sus efectos ambientales asociados. Para abordar esta brecha, el presente estudio cuantifica y clasifica los desperdicios mediante el uso del Análisis de Flujo de Materiales (AFM) como herramienta de apoyo a la gestión. La investigación se llevó a cabo en un restaurante universitario de una institución pública en Brasil. Los resultados muestran que, de las $(45,28 \pm 1)$ t/mes de insumos que ingresaron al sistema productivo, aproximadamente $(23,53 \pm 0,4)$ t/mes se convirtieron en residuos, lo que corresponde a 51,87%. El análisis de la composición reveló que 58% del total de los residuos corresponde al Factor de Corrección (FC), ocupando el primer lugar. En segundo lugar se encuentran los residuos de ingestión/sobranes del plato (23%), seguidos por los residuos de sobras limpias y sucias (19%). Las categorías de vegetales y legumbres/cereales presentaron los mayores volúmenes de desperdicio, con $(7,6 \pm 0,5)$ t/mes y $(6,18 \pm 0,3)$ t/mes, respectivamente. Los resultados del AFM también indicaron que la Cocina Caliente requiere más energía, agua y mano de obra debido a la mayor complejidad de sus preparaciones. Además, ciertas rutas y procesos, especialmente aquellos que involucran alimentos de origen animal, requieren atención especial para mejorar las medidas de control y reducir el desperdicio en su origen.

Palabras clave: Ecoeficiencia. Análisis de Flujo de Materiales. Desperdicio de Alimentos. Reducción. Sostenibilidad.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

INTRODUÇÃO

Estudos conduzidos por organizações como a FAO e o WRAP indicam que o crescimento populacional intensificará a pressão sobre recursos naturais essenciais, como água e terras agrícolas, devido ao aumento da demanda global por alimentos. Diante desse cenário, torna-se necessária uma estratégia integrada de gestão sustentável dos recursos da produção alimentar, a fim de garantir a segurança alimentar futura e preservar a qualidade e a biodiversidade dos ecossistemas (Godfray et al., 2010). Nesse contexto, elevar a eficiência da Cadeia de Suprimentos de Alimentos (FSC) por meio de práticas de housekeeping, automação e melhorias logísticas, pode reduzir de forma significativa as perdas e o desperdício de alimentos (Foley et al., 2011a, 2011b).

A relevância desse tema tem impulsionado iniciativas públicas, privadas e não governamentais voltadas à mitigação do desperdício, dada sua influência ética, econômica, social e ambiental (Flammini et al., 2013). As estratégias de intervenção geralmente começam pela quantificação das perdas, envolvendo a caracterização e a pesagem dos resíduos gerados nas diferentes etapas de produção. Nesse processo, a Análise de Fluxo de Massa (AFM) destaca-se como ferramenta útil para compreender os fluxos de materiais no sistema produtivo e apoiar decisões relacionadas ao gerenciamento e à reciclagem de resíduos, permitindo quantificar entradas, estoques, materiais em processamento e desperdícios (Allesch & Brunner, 2015; Caldeira et al., 2019; Moriguchi & Hashimoto, 2016).

A AFM é concebida como uma avaliação sistemática no tempo e no espaço dos fluxos de materiais em um sistema (Brunner & Rechberger, 2004), possibilitando o balanço de massa etapa por etapa. Embora amplamente aplicada em setores como indústrias química, automotiva e da construção civil, ainda são escassos os estudos que utilizam a AFM para avaliar o desperdício de alimentos em serviços de alimentação (Caldeira et al., 2019). Entre as poucas investigações existentes, destacam-se Beretta et al. (2013), que analisaram a eficiência da massa e energia de alimentos produzidos e consumidos na Suíça, e Betz et al. (2015), que mapearam perdas ao longo da cadeia de suprimentos em duas empresas do setor de alimentação.

Outras pesquisas mostram que os produtos de origem animal apresentam maiores impactos ambientais e financeiros, devido ao elevado consumo de água e custos associados (Strasbur & Jahno, 2017). Por outro lado, vegetais, apesar de fornecerem melhor aporte energético, geram mais resíduos, sobretudo por serem comercializados majoritariamente in

natura. Em linha semelhante, Thamagasorn e Pharino (2019) recomendam priorizar a redução de resíduos de frutos do mar devido ao seu alto custo, e indicam que o desperdício de vegetais pode alcançar 40–50%.

Este estudo se fundamenta nas abordagens de Caldeira et al. (2019), Strasbur e Jahno (2017) e Thamagasorn e Pharino (2019), e se destaca por aplicar uma análise quantitativa e sistemática da AFM em um contexto ainda pouco explorado: uma Unidade de Alimentação e Nutrição (UAN) universitária. Os objetivos incluem analisar a composição do desperdício considerando suas definições específicas e avaliar os fluxos de processamento das matérias-primas, agrupando-os em classes por meio da AFM. Assim, busca-se identificar quais alimentos impactam mais negativamente a lucratividade da UAN e o meio ambiente, contribuindo para estratégias mais eficientes de redução do desperdício.

REFERENCIAL TEÓRICO

O Desperdício de Alimentos Unidades de Alimentação e Nutrição (UAN): Conceitos, Definições e Panorama

O desperdício de alimentos tem sido reconhecido globalmente como um desafio ambiental, econômico e social. A Agenda 2030 da ONU, por meio da meta 12.3 dos ODS, estabelece como objetivo reduzir pela metade o desperdício per capita até 2030, abrangendo varejo, consumo e perdas ao longo da cadeia produtiva (Flammini et al., 2013). Alinhada a essa meta, a Comissão Europeia definiu o desperdício de alimentos como área prioritária em sua política de economia circular, propondo padronização de métodos de medição, criação de indicadores e integração de ações entre os Estados-Membros (European Commission, 2015).

No Brasil, diversos Projetos de Lei buscam regulamentar a doação de excedentes alimentares, especialmente no setor de food service, com foco em bancos de alimentos e entidades assistenciais (Santos et al., 2020). Entretanto, autores como Peixoto e Pinto (2016) destacam que responsabilidades legais ainda dificultam a prática, sobretudo no que se refere à segurança sanitária e aos riscos civis para doadores. Embora haja avanços legislativos, o cenário político e econômico tem limitado a consolidação dessas iniciativas (Santos et al., 2020).

No contexto das Unidades de Alimentação e Nutrição (UAN), o desperdício decorre de diversos fatores, incluindo falhas no planejamento da produção, ausência de previsão de

demanda, inadequações no cardápio e na seleção de ingredientes (Garnett, 2011; Macdiarmid et al., 2012). Além disso, o conceito de desperdício varia segundo hábitos regionais, culturais e práticas culinárias, tornando sua classificação complexa (Lebersorger & Schneider, 2011).

A classificação da WRAP é amplamente utilizada por distinguir resíduos evitáveis, potencialmente evitáveis e inevitáveis (Quested & Johnson, 2009). Entretanto, sua aplicação envolve subjetividade, especialmente no caso de itens cujo consumo depende de hábitos culturais, como cascas, peles ou ossos utilizados em caldos (Beretta et al., 2013). A distinção entre categorias é relevante porque orienta estratégias de prevenção e define o potencial de recuperação e reciclagem.

Na prática das UAN, três fatores predominam na composição do desperdício: o Fator de Correção (FC), que representa perdas na pré-preparação; as sobras limpas e sujas, provenientes da produção excedente; e o resto-ingesta, formado pelos alimentos servidos e não consumidos (Abreu et al., 2009). A hierarquia da EPA recomenda priorizar ações de redução na origem, seguidas de recuperação e reciclagem, reservando para a compostagem e destinação final apenas o resíduo sem aproveitamento possível.

Apesar da relevância do tema, estudos específicos sobre desperdício no food service ainda são considerados incipientes (Pirani & Arafat, 2014). Pesquisas indicam variações expressivas nos índices de desperdício: 0,48 kg por refeição em restaurantes avaliados pela SRA (2010); entre 7% e 28% em unidades finlandesas (Katajajuuri et al., 2014); e entre 4% e 10% nos estoques de restaurantes estadunidenses (Baldwin et al., 2011). Em estudo conduzido no Havaí, estimou-se cerca de 336.510 toneladas anuais de resíduos alimentares em mais de 8 mil estabelecimentos (Okazaki et al., 2008). Além dos impactos ambientais, o desperdício também representa perdas econômicas significativas.

No Reino Unido, uma redução de apenas 5% poderia gerar economia de 250 milhões de libras em dois anos (Hollins, 2013). Outras estratégias simples, como a redução do tamanho dos pratos, têm potencial para diminuir o desperdício em até 20% (Kallbekken & Sælen, 2013).

Ferramentas de Mensuração: Análise de Fluxo de Materiais

A mensuração do desperdício é elemento central para o desenvolvimento de políticas eficazes de controle. Ela permite estabelecer linha de base, identificar pontos críticos e orientar ações de redução. Contudo, ainda há desafios metodológicos, incluindo limitações de

representatividade, diferenças entre abordagens de mensuração e falta de padronização entre stakeholders (Corrado & Sala, 2018; Xue et al., 2017). Mesmo com a adoção de metodologias e ferramentas no setor de food service, poucas foram efetivamente aprimoradas, sobretudo em restaurantes com recursos financeiros limitados (Pirani & Arafat, 2014).

Ferramentas com Avaliação do Ciclo de Vida (LCA), Ecoeficiência EE, Contabilidade de Custos de Fluxo de Material MFCA e Análise de Fluxo de Materiais AFM vêm sendo usadas para analisar impactos ambientais, econômicos e operacionais associados ao desperdício. A AFM, adotada neste estudo, destaca-se pela capacidade de quantificar fluxos de materiais e resíduos ao longo do sistema produtivo, considerando estoque, perdas e eficiência dos processos (Bringezu & Moriguchi, 2002). Apesar de seu potencial, sua aplicação no food service ainda é pouco explorada.

A adoção dessas ferramentas contribui não apenas para compreender o desperdício, mas também para orientar melhorias operacionais, reduzir custos e apoiar decisões estratégicas, especialmente em unidades que operam com margens financeiras estreitas (Alonso & Krajsic, 2014; Lee et al., 2016).

METODOLOGIA

Caracterização da Localidade e das Amostras

O estudo foi realizado em uma UAN localizada na cidade de Salvador, Bahia, Brasil. Em 2024, a instituição registrou 39.795 matrículas em cursos de graduação e 6.172 na pós-graduação, totalizando 650.383 refeições subsidiadas distribuídas no período. A gestão do Serviço de Alimentação era terceirizada e operava três unidades de distribuição, com produção centralizada em uma Unidade de Alimentação e Nutrição (UAN) responsável pelo preparo e oferta de almoço e jantar para aproximadamente 2.300 comensais por dia. O cardápio era composto por duas saladas cruas, arroz, feijão, guarnição, prato principal onívoro, primeira opção onívora, segunda opção vegetariana restrita, sobremesa e bebida.

Os dados analisados neste estudo foram obtidos a partir de fontes secundárias provenientes do banco de dados do grupo de Pesquisa e Extensão atuante na UAN e de registros operacionais da empresa terceirizada responsável pelo serviço no ano de 2024. O período

analisado correspondeu ao mês de novembro (30 dias), selecionado devido à melhor consistência e completude dos registros de mensuração durante todo o ciclo operacional.

Classificação das Amostras e Aplicação AFM

Os alimentos foram classificados em dois grupos principais de origem animal e vegetal, subdivididos em sete categorias: carne vermelha, peixe, frango, porco, vegetais, legumes e cereais e mistura. A seleção dos itens que compuseram cada categoria foi realizada por meio do método ABC (Pareto), que considera que 80% dos efeitos derivam de 20% das causas (Yan et al., 2013), permitindo a identificação dos itens mais representativos nos cardápios. Após a aplicação do método, aproximadamente 150 itens foram organizados da seguinte forma: produtos de origem animal (bovinos, aves, suínos e pescados); alimentos de origem vegetal (ex.: alface, couve, pepino); legumes e leguminosas (ex.: abóbora, cenoura, batata, chuchu, quiabo, inhame); e cereais e derivados (arroz, feijão, massas etc.).

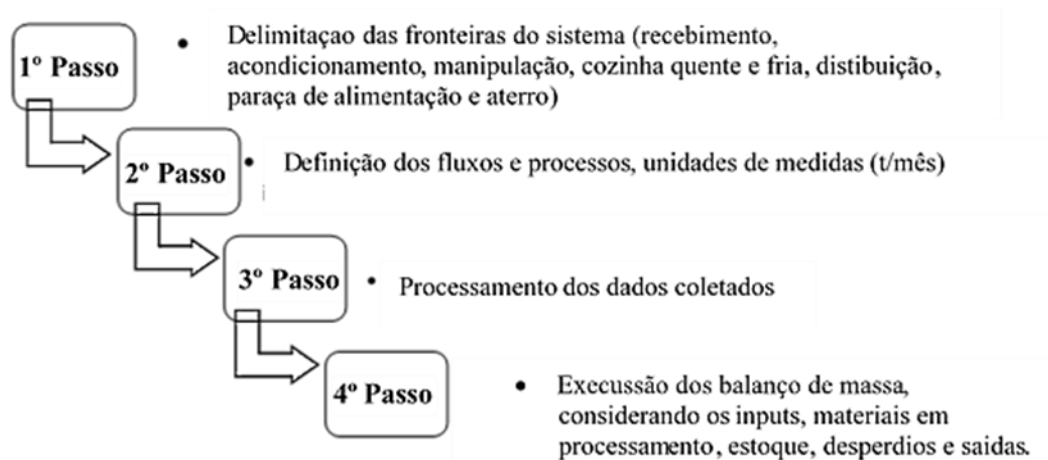
Os procedimentos de coleta e classificação dos resíduos foram baseados em Papargyropoulou et al. (2016) e no Food Loss and Waste Protocol (2016), envolvendo: medição direta da massa dos desperdícios; classificação em sobras limpas (não servidas) e sobras sujas (servidas e não consumidas na rampa); determinação do Fator de Correção (FC), referente às perdas da pré-preparação; quantificação dos restos-ingesta, correspondentes aos alimentos restantes nas bandejas dos comensais; levantamento de registros financeiros, inventário de insumos e balanços de estoque.

As pesagens foram realizadas nas cozinhas quente (produção de alimentos cozidos) e fria (preparo de saladas). As sobras de ingestão foram medidas no refeitório no momento da devolução das bandejas, com apoio do Grupo de Pesquisa e Extensão do Restaurante Universitário (GPRU). O processo utilizou balanças digitais, sacos de resíduos e equipamentos de Proteção Individual adequados.

Nos cálculos, utilizaram-se os valores totais das matérias-primas considerando a frequência de uso das preparações no cardápio. A Análise de Fluxo de Materiais (AFM) foi realizada no software STAN 2.6.801 (versão estudante), seguindo as etapas apresentadas na Figura 1.

Figura 1

Diagrama operacional do AFM



Nos cálculos, utilizaram-se os valores totais das matérias-primas considerando a frequência de uso das preparações no cardápio. A Análise de Fluxo de Materiais (AFM) foi realizada no software STAN 2.6.801 (versão estudante), seguindo as etapas apresentadas na Figura 1. As incertezas foram estimadas conforme o Guia GUM (BIPM, 2008), adotando probabilidade de abrangência de 95,45% e fator $k = 2$, aplicados tanto ao cenário base quanto ao proposto. Para estimar a influência ambiental, foram avaliados três indicadores principais: (i) o resíduo total por alimento (kg); (ii) o fator de correção dos resíduos (RCF); e (iii) as sobras limpas e sujas (RS), representando perdas ao longo das etapas de pré-preparo, preparo e distribuição.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

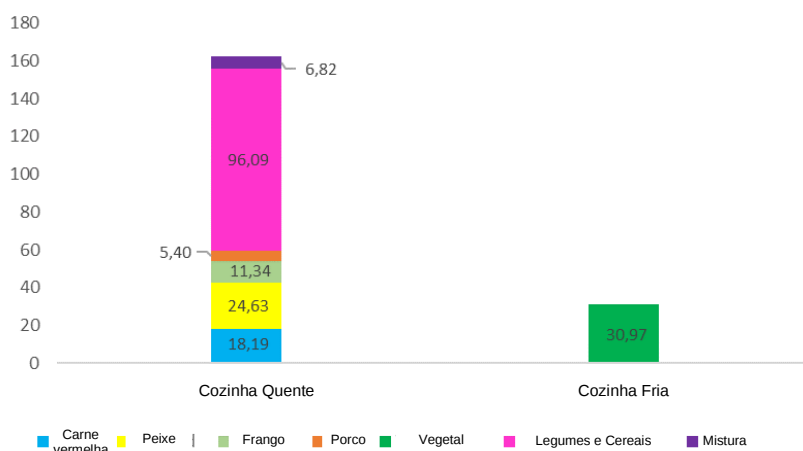
Os resultados das análises são discutidos a seguir. A primeira análise diz respeito ao desperdício de alimentos gerado na UAN em diferentes áreas, destacando os percentuais de desperdício por classe e atividade.

Geração e Composição de Desperdícios Alimentares

Os dados sobre a geração média do desperdício são apresentados na Figura 2 onde é mostrada a composição do desperdício a partir de cada função por categoria de alimento.

Figura 2

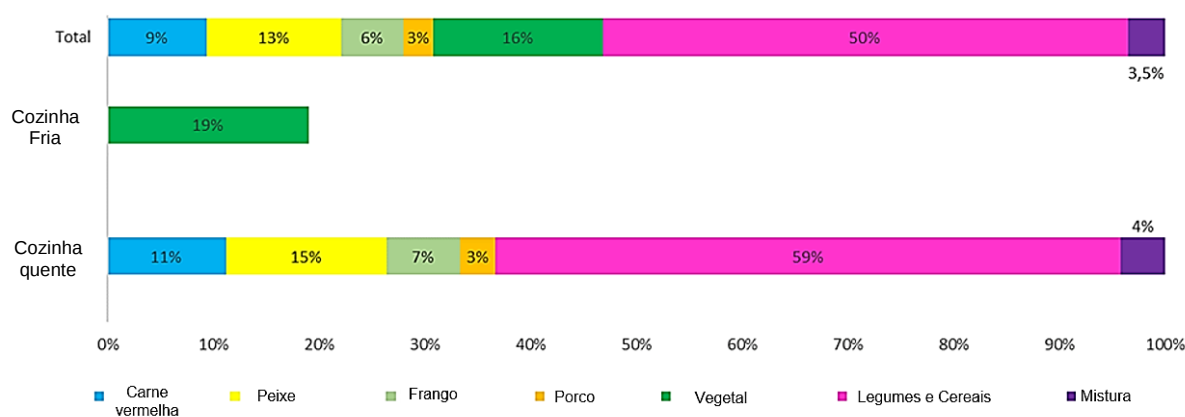
Desperdício alimentar médio diário gerado por função e categoria de alimento (kg)



É possível observar na Figura 2 as categorias de alimentos desperdiçados entre as funções dentro da linha de produção da UAN. A função Cozinha Quente destaca-se por representar cerca de (84%) do total de desperdício das operações, conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3

Desperdício de alimentos por categoria como frações do desperdício alimentar médio diário total (percentual).



Além do desperdício proveniente das sobras limpas e sujas, este trabalho também avaliou o desperdício oriundo do FC e dos restos ingestão isso porque, na prática, o desperdício de alimentos ocorrido na UAN em estudo é composto de partes comestíveis e não comestíveis como descrito anteriormente. A Tabela 1 mostra os valores correspondentes ao FC, as sobras limpas e

sujas e ao resto ingestão, além do peso in naturas referentes às matérias-primas adquiridas junto aos fornecedores para os 30 dias do mês de novembro.

Tabela 1

Valores da composição dos desperdícios por tipo e classe por mês

Classe	Peso in natura (t/mês)	Desperdício CF (t/ mês)	Sobras limpas e sujas (t/ mês)	Resto ingestão (t/ mês)
Peixe (CF-1,20)	1.04 ±0.10	0.21±0.02	0.07±0.03	-
Frango (CF-1,14)	7.77±0.26	1.09±0.03	0.15±0.01	-
Poco (CF-1,42)	0.12±0.02	0.05±0.01	0.01±0.001	-
Carne Vermelha (CF-1,28)	5,45±0.29	1.53±0.08	0.33±0.01	-
Legumes e Cereais (CF-1,31)	17.52±0.84	3.30±0.26	2.88±0.01	-
Vegetais (CF-1,59)	11.36±0.92	6.70±0.54	0.93±0.01	-
Mistura (CF-1,35)	2.02±0.19	0.71±0.06	0.15±0.01	-
Total (t)	45.28±1.35	13.6± 0.61	4.52±0.01	5.44±2.11

Ao analisar os resultados do desperdício proveniente da aplicação do FC na Tabela 1, é possível observar que existe uma variação de aproximadamente 40% entre algumas classes. Essa variação entre os FC está relacionada a uma série de fatores e circunstâncias, descritas mais à frente.

As classes Vegetais e Legumes/Cereais apresentaram maior geração de resíduos, em função do elevado consumo nas preparações e dos altos fatores de correção (FC), respectivamente 1,59 e 1,31, resultados compatíveis com estudos prévios (Betz et al., 2015; Henningsson et al., 2004; Papargyropoulou et al., 2014; Strasburg & Jahno, 2017). O FC é influenciado pelo treinamento dos manipuladores, qualidade dos utensílios, características e maturação dos alimentos (Botelho & Camargo, 2005). Além disso, nos vegetais e leguminosas, cuidados pós-colheita, condições de comercialização, transporte e armazenamento impactam diretamente o aumento das perdas (Lemos et al., 2011; Ornelas, 2006).

A classe Carne Vermelha apresentou o terceiro maior volume de desperdício, totalizando 1,53 t/mês, com uma diferença de aproximadamente 438,20 kg/mês em relação às classes Frango e Mistura. Esse resultado está associado ao seu FC elevado (1,28), indicando a necessidade de ações de monitoramento e melhoria contínua para reduzir perdas nessa categoria. Embora as classes Porco e Mistura possuam FC superiores ao da Carne Vermelha, registraram menores desperdícios devido ao menor volume de matéria-prima in natura utilizado no mês analisado. Esses achados diferem de estudos anteriores que apontaram maiores perdas em categorias como

seafood e outras classes de origem animal (Papargyropoulou et al., 2014; Thamagasorn & Pharino, 2019a)

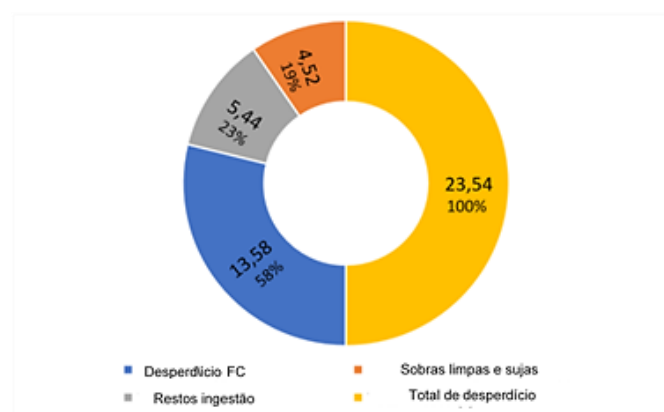
Amaral (2008), ao avaliar um restaurante hospitalar, identificou que o monitoramento contínuo do FC é fundamental tanto para reduzir desperdícios quanto para evitar falhas de demanda. O autor descreve que a queda no rendimento das hortaliças ocasionou falta de alimentos no balcão, não por insuficiência de matéria-prima, mas por erros na pré-preparação, como manipulação excessiva e baixa qualidade dos produtos recebidos. Destaca ainda que o uso de formulários para atualização sistemática do FC melhora os padrões de pré-preparo e reduz desperdícios.

De forma semelhante, Degiovanni et al. (2010) apontam que a aquisição de alimentos minimamente processados pode reduzir custos e diminuir resíduos decorrentes de ineficiências no preparo. Esses produtos chegam prontos para uso, dispensando etapas de seleção, limpeza, lavagem e corte (Junqueira & Luengo, 2000), o que contribui diretamente para a redução de perdas e otimiza o fluxo produtivo nos serviços de alimentação.

A Figura 4 mostra a quantidade total de desperdício gerado no processo de produção da UAN durante a coleta. O montante de desperdício alcançou valores próximo de $(25,68 \pm 2,76)$ t/mês, aproximadamente $(13,6 \pm 0,61)$ t/mês diz respeito ao desperdício gerado após a aplicação do FC; $(5,4 \pm 2,11)$ t/mês a partir dos restos ingestão e $(4,5 \pm 0,04)$ t/mês de sobras limpas e sujas.

Figura 4

Desperdício alimentar médio mensal gerado por definição (em t).



As sobras limpas e sujas apresentaram maiores volumes nas classes Legumes/Cereais e Vegetais, indicando a necessidade de avaliar os per capita, os sistemas de controle e previsão de demanda, possíveis falhas de porcionamento na distribuição e a aceitação das preparações pelos comensais (Lagorio et al., 2018). Essas análises são fundamentais, pois esse tipo de desperdício ocupa o segundo lugar no ranking da UAN, totalizando $(4,5 \pm 0,04)$ t/mês.

Corroborando os achados deste estudo, diversos autores (Abreu et al., 2009; Bello & Spinelli, 2011; Lagorio et al., 2018; Vaz, 2011) recomendam o controle diário das variáveis associadas às sobras, reforçando a necessidade de monitoramento contínuo para manter os índices dentro de níveis aceitáveis (Conceição & Fonseca, 2016). Segundo Abreu et al. (2009b), não existe um padrão único de sobras entre UAN, sendo fundamental que cada unidade estabeleça seus próprios limites de tolerância por meio de avaliações sistemáticas.

Quanto aos restos ingestão, os resultados também foram expressivos, atingindo $(5,4 \pm 2,11)$ t/mês no período analisado. Um estudo realizado em 2016 na mesma UAN identificou os principais motivos para a rejeição das preparações entre estudantes e colaboradores: quantidade servida (38,25%), sabor (23,69%), outros motivos (12,29%), e falta de apetite (10,98%). A categoria "outros" incluía fatores como impossibilidade física, mitos culinários, aparência, pouco tempo para consumo e presença de gordura (Conceição & Fonseca, 2016).

Os resultados para restos ingestão na UAN indicaram um percentual de 13%, valor superior ao observado em outros estudos. Augustini, Kishimoto e Tescaro (2008) encontraram índices entre 7,48% e 13,39% no almoço (média de 9,04%) e entre 5,53% e 9,68% no jantar (média de 7,91%). Da mesma forma, ao comparar com os valores reportados por Vaz (2011) 3% ou 7 a 25 g por cliente fica evidente que os resultados da UAN são mais elevados, reforçando a necessidade de maior atenção dos gestores ao controle do desperdício.

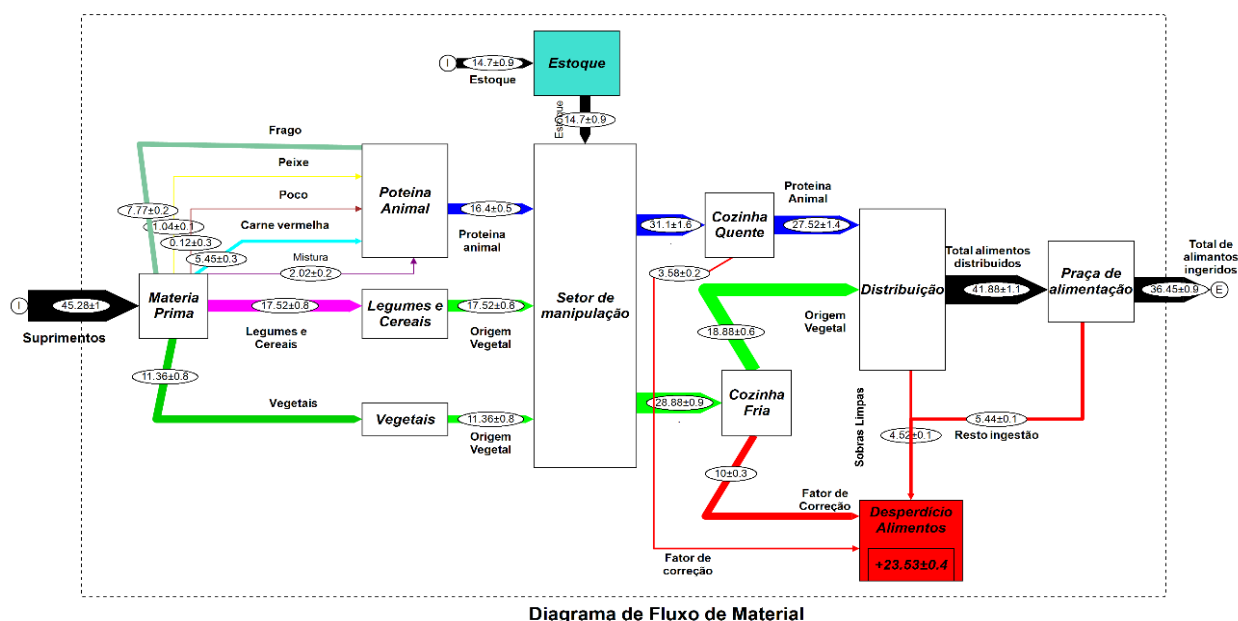
Conceição e Fonseca (2016) observaram que o uso repetitivo de cenoura no cardápio da UAN estudada contribuiu para a monotonia alimentar, aumentando a rejeição e o desperdício. De acordo com Proença et al. (2005), a variação de hortaliças e ingredientes favorece a aceitação das preparações pelos comensais. Complementarmente, Soares et al. (2011) identificaram que a baixa variação nos cortes e a falta de padronização das saladas também elevam os índices de restos ingestão.

Análise de Fluxo de Massa

A Figura 5 apresenta o fluxo de massa das matérias-primas utilizadas na UAN. Em novembro, o sistema recebeu $(45,28 \pm 1)$ t/mês de insumos in natura, distribuídos em duas rotas: origem animal e origem vegetal. Cerca de $(16,4 \pm 0,5)$ t/mês seguiram para o processo Proteína Animal, enquanto os demais foram direcionados para Legumes e Cereais $(17,52 \pm 0,8)$ t/mês e Vegetais $(11,36 \pm 0,8)$ t/mês. Após as etapas de limpeza e manipulação, os insumos foram encaminhados às áreas de Cozinha Quente e Cozinha Fria, resultando em $(41,88 \pm 1,1)$ t/mês de preparações prontas na distribuição. Na praça de alimentação, o consumo registrado foi de aproximadamente $(36,45 \pm 0,9)$ t/mês.

Figura 5

Diagrama de Fluxo de Material por classe de alimento.

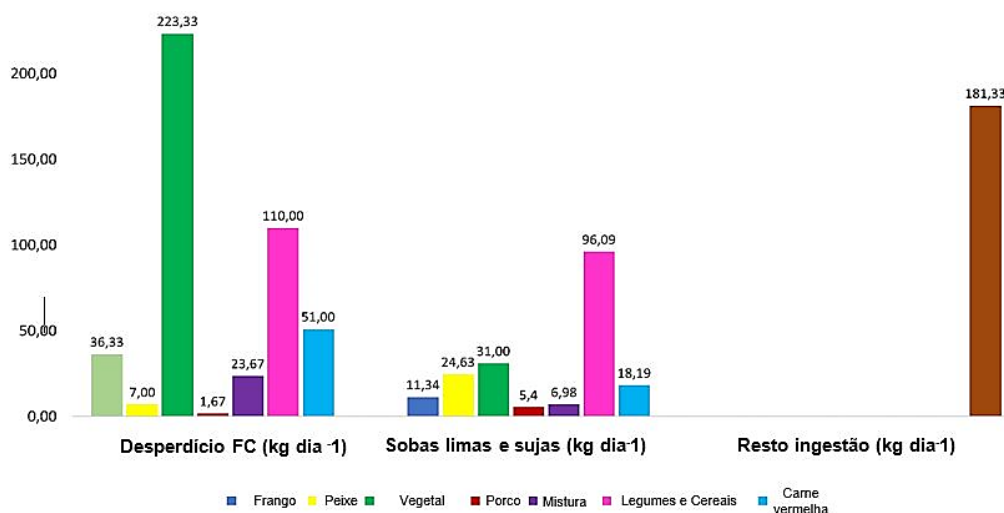


Além dos processos produtivos principais, o sistema inclui um estoque de aproximadamente $(14,7 \pm 0,09)$ t/mês de alimentos. O fluxo final contempla o Desperdício de Alimentos, que totalizou cerca de $(23,53 \pm 0,4)$ t/mês ao longo das etapas de produção e após as refeições. A Figura 6 apresenta a composição desses desperdícios: as sobras limpas corresponderam a 16% do total das preparações, equivalentes a $(150,52 \pm 24,01)$ kg/dia; o fator de correção (FC) representou 30% do peso in natura, aproximadamente $(453,00 \pm 58,26)$ kg/dia;

e o resto ingestão, sem possibilidade de classificação por tipo devido à mistura nas bandejas, totalizou $(181,33 \pm 22,11)$ t/mês, representando 19% do total distribuído.

Figura 6

Desperdício alimentar médio diário gerado por classe de alimento e tipo de desperdício (em t/mês).



A AFM permitiu compreender melhor a composição e os fluxos de desperdício no sistema produtivo da UAN. Do total de $(45,28 \pm 1)$ t/mês de matéria-prima adquirida, aproximadamente $(36,45 \pm 0,9)$ t/mês foram efetivamente ingeridas pelos comensais. Ressalta-se que a diferença entre input e output não corresponde diretamente ao desperdício, pois o sistema possui estoques reguladores, conforme ilustrado na Figura 6. A aplicação da AFM contribui para identificar quais alimentos geram mais perdas em cada etapa e oferece subsídios para uma gestão mais eficiente dos estoques.

A Figura 6 evidencia desperdícios expressivos, sendo as sobras limas e sujas a fração mais crítica, totalizando $(4,52 \pm 0,01)$ t/mês, pois parte desse volume permanece apta para consumo. Do ponto de vista econômico, social e ambiental, essas sobras têm maior impacto que os desperdícios de resto ingestão e FC, que podem ser reaproveitados para fins como biocombustíveis ou biofertilizantes quando há gestão adequada.

Diante dos resultados, é fundamental que os responsáveis pelo planejamento dos cardápios, controle dos FC, definição dos indivíduos-referência e previsão de demanda adotem uma postura autocrítica e atuem de forma contínua na redução do desperdício. Isso envolve

avaliar o uso racional das matérias-primas, ajustar menus com base na satisfação dos comensais, promover campanhas de conscientização e fortalecer a aquisição de alimentos minimamente processados, medida que reduz diretamente perdas relacionadas ao FC e à ausência de tecnologias adequadas de manipulação.

CONCLUSÃO

Na hierarquia da gestão sustentável de resíduos de alimentos as ações de prevenção e redução em sua origem são vistas como prioritárias em relação às medidas de reaproveitamento e reciclagem. As medidas de prevenção e redução do desperdício de alimentos contribuem diretamente com o processo de sustentabilidade, minimizando diversos impactos ambientais, sociais e econômicos.

Este artigo avaliou o desperdício de alimentos gerado nas etapas de preparação, distribuição e consumo em uma UAN, considerando os desperdícios provenientes das sobras limpas e sujas, do FC e dos restos ingestão, caracterizando-os entre sete classes. Os resultados obtidos da avaliação dos desperdícios pela utilização da AFM para avaliação dos fluxos de matérias-primas no processo produtivo, possibilitando a identificação de possíveis gargalos, e processos que requeiram maior atenção.

A análise da composição dos desperdícios revelou que em relação ao volume total 61% diz respeito ao FC ficando este em primeiro lugar, em segundo lugar pode ser citado o volume referente ao resto ingestão com 21% e em terceiro lugar com 19% o desperdício das sobras limpas e sujas. Entre as classes, de maneira geral Legumes e Cereais e Vegetais apresentaram um maior volume de desperdício 7,63t/mês e 6,18t/mês respectivamente. As demais classes, também apresentaram valores bastantes expressivos de desperdício sinalizando que a UAN precisa reavaliar seus mecanismos de controle e redução do desperdício uma vez que os resultados indicam que das $(45,28 \pm 1)$ t/mês de input no sistema produtivo cerca de $23,53 \pm 0.74$ viraram desperdício, aproximadamente 51,87%.

O diagrama de fluxo de material gerado pela AFM ilustra claramente os pontos críticos no processo de produção, destacando suas rotas e quais classes demandam maior atenção em função de seu volume e necessidade de processamento. As atividades de processamento na função Cozinha quente requerem uma atenção especial por processar alimentos de maior complexidade do ponto de vista de sua manipulação e preparação, demandando mais energia,

água e mão de obra, quando comparada com as atividades da função Cozinha quente. De maneira geral em ambas as funções é preciso estar atento a adoção das medidas de minimização do desperdício em sua origem citadas neste trabalho.

Os resultados dessa pesquisa podem servir como base para o desenvolvimento de estratégias de gestão e redução de desperdício de alimentos em UAN, subsidiando também ações de melhores práticas para outras empresas do ramo de alimentos.

Por fim, vale destacar que até o momento não houve estudos avaliando o desperdício de alimentos por classes distintas através AFM em UAN. Dessa forma, este estudo trouxe uma contribuição para o preenchimento dessa lacuna.

REFERÊNCIAS

- Abreu, E. S., Spinelli, M. G. N., & Zanardi, A. M. P. (2009). *Manual de administração de unidades de alimentação e nutrição*. Editora Atheneu.
- Alonso, A. D., & Krajsic, V. (2014). Food waste at the hospitality sector. *International Journal of Hospitality Management*, 42, 15–21.
- Amaral, C. (2008). *Avaliação do fator de correção em restaurante hospitalar*. Universidade Federal de Santa Catarina.
- Augustini, V. C., Kishimoto, P. N., & Tescaro, T. C. A. (2008). Avaliação do desperdício em unidades de alimentação. *Revista Nutrição em Pauta*, 16(92), 22–28.
- Baldwin, C., Wilberforce, N., & Kapur, A. (2011). Restaurant food waste in the US. *Food Service Technology*, 11(1), 3–20.
- Barclay, C. (2012). Waste reduction in commercial kitchens. *Journal of Sustainable Food Systems*, 8(2), 45–56.
- Bello, R. C. S., & Spinelli, M. G. N. (2011). Sobras e desperdício em UAN. *Revista Higiene Alimentar*, 25(200), 45–50.
- Beretta, C., Stoessel, F., Baier, U., & Hellweg, S. (2013). Quantifying food losses in the supply chain. *Waste Management*, 33(3), 763–770.
- Betz, A., Buchli, J., Göbel, C., & Müller, C. (2015). Food waste composition in the food service sector. *Waste Management*, 35, 218–226.
- BIPM. (2008). *Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM)*.
- Botelho, R. A., & Camargo, E. B. (2005). Fator de correção em alimentos. *Revista Higiene Alimentar*, 19(132), 62–68.
- Bowling, A. (2015). Waste management in restaurants. *Sustainability Review*, 14(3), 112–121.

- Bringezu, S., & Moriguchi, Y. (2002). Material flow analysis. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*, 10, 12314–12321.
- Conceição, M. A. S., & Fonseca, C. B. (2016). Avaliação do desperdício alimentar em restaurante universitário. *Revista de Nutrição*, 29(4), 547–558.
- Corrado, S., & Sala, S. (2018). Food waste accounting methodologies. *Journal of Cleaner Production*, 192, 17–32.
- Corrado, S., Ardente, F., Sala, S., & Saouter, E. (2016). Review of food waste classifications. *Resources, Conservation and Recycling*, 123, 32–44.
- Degiovanni, V., Tokarski, B., & Andrade, M. (2010). Alimentos minimamente processados em UAN. *Revista Higiene Alimentar*, 24(188), 45–50.
- European Commission. (2015). *Closing the loop – EU Action Plan for the Circular Economy*. Brussels.
- Flammini, A., Puri, M., Pluschke, L., & Dubois, O. (2013). *Walking the Nexus Talk: Assessing the Water–Energy–Food Nexus*. FAO.
- Garnett, T. (2011). Food sustainability. *Food Climate Research Network*, 3–18.
- Garnett, T. (2014). What is food waste? *Food Climate Research Network Paper*, 18–27.
- Henningsson, S., Hyde, K., Smith, A., & Campbell, M. (2004). Waste minimization in food service. *British Food Journal*, 106(10), 760–770.
- Hollins, O. (2013). *Restaurant waste reduction opportunities*. WRAP – Waste and Resources Action Programme.
- Kallbekken, S., & Sælen, H. (2013). Nudging food waste reductions. *Journal of Consumer Policy*, 36, 397–410.
- Katajajuuri, J. M., Silvennoinen, K., Hartikainen, H., Heikkilä, L., & Reinikainen, A. (2014). Food waste in the Finnish food service sector. *Waste Management*, 34(7), 1307–1314.
- Lagorio, A., Pinto, R., & Golini, R. (2018). Measuring food waste in university canteens. *Journal of Cleaner Production*, 172, 4081–4090.
- Lee, A., Hallak, R., & Sardeshmukh, S. (2016). Waste management in hospitality. *Journal of Hospitality and Tourism Management*, 27, 20–29.
- Lebersorger, S., & Schneider, F. (2011). Food waste in the food service. *Waste Management*, 31(9–10), 1907–1918.
- Lemos, C. L., Botelho, R. A., & Akutsu, R. (2011). Pós-colheita e perdas de vegetais. *Revista Higiene Alimentar*, 25(198), 46–52.

- Macdiarmid, J. I., Kyle, J., Horgan, G. W., et al. (2012). Sustainable diets and food waste. *Appetite*, 59(3), 746–757.
- Okazaki, W., Turn, S., & Flachsbar, P. (2008). Food waste in Hawaii food establishments. *Waste Management & Research*, 26(4), 301–308.
- Ornelas, M. (2006). *Tecnologia dos Alimentos: Hortaliças*. Ed. Varela
- Papargyropoulou, E., Lozano, R., Steinberger, J., Wright, N., & bin Ujang, Z. (2014). Food waste hierarchy. *Journal of Cleaner Production*, 76, 106–115.
- Papargyropoulou, E., Wright, N., Lozano, R., Steinberger, J., Padfield, R., & Ujang, Z. (2016). Food waste in food service. *Waste Management*, 49, 326–336.
- Peixoto, R., & Pinto, M. (2016). Segurança jurídica na doação de alimentos. *Revista de Direito do Consumidor*, 109, 419–438.
- Pirani, S. I., & Arafat, H. A. (2014). Food waste in the hospitality industry. *Waste Management*, 34(12), 327–336.
- Proença, R. P., Sousa, A. A., Veiros, M. B., & Hering, B. (2005). A monotonia do cardápio e a aceitação alimentar. *Revista de Nutrição*, 18(1), 105–112.
- Protocol. (2016). *Food Loss and Waste Accounting and Reporting Standard*. WRI/UNEP.
- Quested, T. E., & Johnson, H. (2009). Household and food service waste. WRAP Report.
- Santos, M., Panizzon, C., Cenci, D., Grabowski, G., & Jahno, V. (2020). Doação de alimentos e segurança jurídica. *Cadernos de Saúde Pública*, 36(3), 1–11.
- Soares, R. M., et al. (2011). Fatores que influenciam restos-ingestão. *Revista Nutrição em Pauta*, 19(112), 52–57.
- Strasburg, V. J., & Jahno, V. (2017). Food waste in institutional settings. *Journal of Foodservice*, 29(4), 230–240.
- Thamagasorn, M., & Pharino, C. (2019a). Food waste in seafood restaurants. *Journal of Cleaner Production*, 214, 113–122.
- WRAP – Waste & Resources Action Programme. (2010). *Food Waste in Restaurants Report*.