2.º CICLO
CIÊNCIAS GASTRONÓMICAS

Desenvolvimento de ementas sustentáveis em restauração coletiva: integração da avaliação sensorial e da pegada de carbono

Amarah Nadir Luna Izidine

M

2026

Desenvolvimento de ementas sustentáveis em restauração coletiva: integração da avaliação sensorial e da pegada de carbono

Development of Sustainable Menus for Collective Catering: Integrating Sensory Evaluation and Carbon Footprint Assessment

Autora: Amarah Nadir Luna Izidine

Orientador: Daniel José Gaioso Vaz Carvalho de Azevedo, Professor Adjunto da Escola Superior de Hotelaria e Turismo do Instituto Politécnico do Porto

Coorientador: Rui Manuel Nunes Mota, Professor Assistente Convidado da Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação da Universidade do Porto

Relatório de candidatura ao grau de Mestre em Ciências Gastronómicas apresentado à Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação da Universidade do Porto e à Escola Superior de Hotelaria e Turismo do Politécnico do Porto.

Dedicatória

“La voluntad de las personas es como el agua: nada puede detenerla. Atraviesa montañas, cae por cascadas, pero siempre llega a donde tiene que llegar.”

— Chef Andoni

Agradecimentos

Gostaria de começar por agradecer a Deus, por me ter permitido chegar até aqui e pela oportunidade de viver esta experiência. Em algum momento da minha vida, este caminho não fazia parte dos meus planos, mas surgiu de forma inesperada, a partir da curiosidade, da paixão pela cozinha e da vontade de aprofundar algo que já fazia parte de mim.

Aos meus pais, Nadir Izidine e Cecília Luna, agradeço por tudo o que representa a possibilidade de eu estar hoje neste lugar. Por todos os sacrifícios e gestos silenciosos que tornaram este percurso possível. À minha mãe, agradeço especialmente pelo amor e carinho diários, pela presença constante nos momentos em que tudo parecia não resultar, pelas suas orações pelo meu bem-estar e pela forma como sempre me incentivou a acreditar em tudo que faz a minha alma vibrar. Obrigada por me inspirar a ser aventureira e pelo enorme exemplo de profissional e ser humano que representas na minha vida.

À minha irmã, Amirah Luna, agradeço por acreditar em mim mesmo nos momentos em que eu própria duvidei. À minha melhor amiga, Jéssica Lucas, agradeço pela escuta constante, pela paciência e pelas palavras que tantas vezes me ajudaram a continuar.

À minha orientadora na Gertal, Rita Rodrigues, agradeço imenso pelo acompanhamento próximo ao longo do estágio, pela disponibilidade, pela partilha de conhecimento e pela forma tão acolhedora com que fui recebida na empresa.

Ao meu orientador, Professor Daniel Azevedo, e ao meu coorientador, Chef Rui Mota, agradeço por terem aceitado fazer parte deste desafio e por todo o apoio ao longo deste percurso. Obrigada pela orientação, pela confiança depositada no meu trabalho e, sobretudo, pelas palavras de motivação que fizeram toda a diferença em momentos que, muitas vezes, nem eu sabia o quanto precisava de ouvir.

Agradeço, do fundo do coração, a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho. Aos amigos que conheci na residência e na faculdade, obrigada pela companhia, pelos momentos partilhados e pelo apoio silencioso que tantas vezes encontrei apenas na vossa presença.

Este percurso transformou-me profundamente e levo comigo muito mais do que aquilo que está escrito nestas páginas.

Sumário

Dedicatória ii

Agradecimentos iii

Sumário v

Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos vii

Lista de figuras viii

Resumo 1

Abstract 3

I. Introdução 5

II. Apresentação da organização 9

III. Objetivos 12

IV. Investigação aplicada em contexto 13

1. Enquadramento teórico 13

2. Seleção e valorização de ingredientes na construção de ementas 18

3. Técnicas de confeção e eficiência operacional 27

V. Metodologia aplicada 29

4. Avaliação da pegada de carbono no desenvolvimento das ementas 29

5. Desenvolvimento e reformulação de receitas: critérios ambientais, operacionais e metodológicos 34

6. Plataforma My emissions 44

7. CarbonCloud como referência metodológica complementar 48

VI. Resultados alcançados e sua disseminação 54

8. Atividades desenvolvidas no estágio: diagnóstico operacional e avaliação ambiental das unidades 54
9. Análise Sensorial 69
VII. Casos de estudo com aplicação do cálculo da pegada de Carbono 111
10. Projeto *Lanla* 111
11. Ebook de receitas sustentáveis 121
VIII. Discussão 123
IX. Conclusão 128
X. Referências Bibliográficas 133
XI. Anexos e Apêndices 136

Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

ACV- Avaliação do Ciclo de Vida

FAO- Food and Agriculture Organization - Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura

FIT- *Food Intelligence Trivalor*

Gertal- Companhia Geral de Restaurantes e Alimentação, S.A.

GHG Protocol- Greenhouse Gas Protocol

GWP- Global Warming Potential **-** Potencial de Aquecimento Global

IPCC- Intergovernmental Panel on Climate Change - Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas

IEA- International Energy Agency - Agência Internacional de Energia

JAR- Just About Right

NNR2023- Nordic Nutrition Recommendations 2023

PC- Pegada de Carbono

UNFCCC- United Nations Framework Convention on Climate Change - Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima

WRAP- Waste and Resources Action Programme

Lista de figuras

Figura 1. Pirâmide dupla, adaptado da Fundação Barilla 15

Figura 2. Classificação da pegada de carbono da Gertal. 33

Figura 3. Processo de desenvolvimento e reformulação de receitas 36

Figura 4. Menu numa das unidades da The Good Eating Company 47

Figura 5. Resultados Município da Maia 62

Figura 6. Resultados Município Póvoa de Varzim 65

Figura 7. PC do estufado de lentilhas e abóbora com arroz 75

Figura 8. PC do filete de tilápia com batata-doce e legumes 78

Figura 9. PC da massada de choco com ervilhas 81

Figura 10. PC do Peru estufado com polenta 84

Figura 11. PC do Quiche de frango e cogumelos 88

Figura 12. Resumo dos resultados da sessão escolar 91

Figura 13. PC do bolinho de feijão com curgete assada e queijo 95

Figura 14. PC do caril de peru com arroz 98

Figura 15. PC da jardineira de tilápia com arroz de coco 102

Figura 16. PC da Paella de peixe 105

Figura 17. PC do peru estufado com polenta. 108

Figura 18. Resumo dos resultados da sessão empresarial 111

Figura 19. Galeria Gastronómica *Lanla* 113

Resumo

A alimentação contemporânea enfrenta um paradoxo crescente: enquanto os sistemas alimentares procuram responder às necessidades de produção em larga escala, aumenta simultaneamente a urgência de reduzir o impacto ambiental associado às refeições e de promover modelos alimentares mais equilibrados, atrativos e sustentáveis. Neste contexto, a restauração coletiva assume um papel estratégico, não apenas pela quantidade de refeições servidas diariamente, mas também pela sua capacidade de influenciar hábitos de consumo, perceções alimentares e padrões de sustentabilidade.

A presente dissertação foi desenvolvida no âmbito do estágio realizado na Gertal, integrado no projeto TriFootFood, e teve como principal objetivo explorar de que forma a reformulação alimentar pode contribuir para a construção de ementas mais sustentáveis em contexto de restauração coletiva, conciliando redução da pegada de carbono, aceitação sensorial e viabilidade operacional.

O trabalho partiu da análise crítica das ementas utilizadas nas unidades da empresa, identificando ingredientes, preparações e práticas associados a maior impacto ambiental. A partir desta análise, foram desenvolvidas e reformuladas receitas vegetarianas, de carne e de pescado, recorrendo a estratégias como a valorização de ingredientes vegetais, a reorganização estrutural dos pratos, a otimização das capitações e a adaptação das técnicas culinárias às exigências da produção alimentar em larga escala.

A integração da avaliação da pegada de carbono permitiu incorporar critérios ambientais no processo de desenvolvimento gastronómico, funcionando não apenas como ferramenta de quantificação, mas também como instrumento de apoio à tomada de decisão. Paralelamente, a realização de provas sensoriais em contexto real de consumo possibilitou compreender de que forma alterações associadas à sustentabilidade influenciam a perceção dos consumidores relativamente ao sabor, à textura, à aparência e à aceitação global das refeições.

Para além da dimensão técnica e operacional, o trabalho procurou igualmente refletir sobre o potencial da gastronomia enquanto espaço de transformação cultural e ambiental. Neste enquadramento, foi integrado o caso de estudo conceptual *Lanla*, desenvolvido como extensão aplicada da dissertação, no qual a sustentabilidade, a identidade moçambicana, a experiência sensorial e a avaliação ambiental foram articuladas na construção de uma proposta gastronómica contemporânea.

Os resultados obtidos demonstram que a sustentabilidade alimentar na restauração coletiva não depende exclusivamente da substituição de ingredientes ou da redução isolada da pegada carbónica, mas sim da capacidade de integrar, de forma coerente, dimensões ambientais, sensoriais, culturais e operacionais. O estudo evidencia ainda que refeições com menor impacto ambiental podem manter a qualidade gastronómica, a identidade culinária e a aceitação por parte dos consumidores quando desenvolvidas através de abordagens multidimensionais e adaptadas à realidade dos sistemas alimentares contemporâneos.

Palavras-chave: sustentabilidade alimentar; restauração coletiva; gastronomia sustentável; pegada de carbono; análise sensorial; reformulação alimentar.

Abstract

Contemporary food systems face an increasing paradox: while large-scale food production continues to expand, the urgency to reduce the environmental impact of meals and promote more sustainable, balanced, and appealing dietary models is becoming progressively more evident. In this context, collective catering plays a strategic role, not only due to the volume of meals served daily, but also because of its ability to shape eating habits, consumer perceptions, and sustainability-related behaviors.

This dissertation was developed during an internship at Gertal, under the TriFootFood project, and aimed to explore how food reformulation strategies can contribute to developing more sustainable menus in collective catering by integrating carbon footprint reduction, sensory acceptance, and operational feasibility.

The work began with a critical analysis of the menus implemented across the company's operational units, identifying ingredients, meal components, and practices associated with higher environmental impact. Based on this assessment, vegetarian, meat, and fish-based recipes were developed and reformulated through strategies such as the valorization of plant-based ingredients, structural

reorganization of meals, optimization of portioning, and adaptation of cooking techniques to the constraints of large-scale food production.

The integration of carbon footprint assessment enabled environmental criteria to become part of the gastronomic development process, functioning not only as a quantification tool but also as a decision-support mechanism. Simultaneously, sensory evaluation conducted in real-world consumption settings provided insight into how sustainability-oriented modifications influence consumers' perceptions of flavor, texture, visual appeal, and overall meal acceptance.

Beyond its technical and operational dimensions, the dissertation also reflects on the potential of gastronomy as a space for cultural and environmental transformation. Within this framework, the conceptual case study *Lanla* was developed as an applied extension of the research, combining sustainability, Mozambican cultural identity, sensory experience, and environmental assessment to create a contemporary gastronomic proposal.

The findings demonstrate that food sustainability in collective catering does not rely solely on ingredient substitution or isolated carbon footprint reduction, but rather on the ability to coherently integrate environmental, sensory, cultural, and operational dimensions. The study further highlights that meals with lower environmental impact can maintain gastronomic quality, culinary identity, and consumer acceptance when developed through multidimensional approaches adapted to the realities of contemporary food systems.

Keywords: food sustainability; collective catering; sustainable gastronomy; carbon footprint; sensory analysis; food reformulation.

I. Introdução

Nos últimos anos, o conceito de sustentabilidade alimentar evoluiu de um ideal teórico para uma exigência prática, ética e operacional. No contexto da restauração coletiva, que abrange escolas, empresas, hospitais e outras instituições, cada refeição representa uma oportunidade não apenas de nutrir, mas também de educar, influenciar comportamentos alimentares e contribuir para a redução do impacto ambiental associado aos sistemas alimentares.

Em Portugal, a introdução obrigatória da opção vegetariana nas cantinas públicas, através da Lei n.º 11/2017 (1), constituiu um marco relevante na política alimentar nacional. Contudo, a implementação prática desta medida revelou desafios significativos ao nível da qualidade, da aceitação sensorial e da operacionalização das refeições. De acordo com o Relatório da PROVEG Portugal (2), mais de 63% dos consumidores manifestaram insatisfação relativamente às opções vegetarianas disponibilizadas, destacando limitações associadas ao sabor, à variedade, ao valor nutricional e à apresentação visual dos pratos.

Estes dados sugerem que, apesar da crescente disponibilidade de refeições de base vegetal, muitas propostas continuam sem cumprir plenamente o seu

potencial enquanto alternativas alimentares atrativas e sustentáveis. Em diversos contextos de restauração coletiva, as opções vegetarianas permanecem frequentemente associadas a uma lógica de substituição simplificada, baseada na remoção da proteína animal e na introdução de leguminosas, sem uma reformulação efetiva da estrutura sensorial e gastronómica dos pratos. Consequentemente, estas refeições tendem a ser percecionadas como opções secundárias, escolhidas por restrição ou necessidade, e não por preferência ou prazer alimentar.

Neste contexto, torna-se evidente que o desenvolvimento de ementas sustentáveis requer uma abordagem mais abrangente do que a simples exclusão de ingredientes de origem animal. Trata-se de um processo multidimensional, que envolve reformulação técnica de receitas, inovação gastronómica, adequação nutricional, viabilidade operacional e valorização da dimensão sensorial da alimentação. Embora as ementas vegetarianas tenham assumido um papel central no ponto de partida deste trabalho, a realidade observada durante o estágio evidenciou a necessidade de expandir a análise para diferentes tipologias de refeições, incluindo preparações de carne e pescado, procurando estratégias de redução da pegada de carbono aplicáveis de forma transversal à restauração coletiva.

A literatura no domínio da análise sensorial e do comportamento alimentar evidencia que a aceitação dos alimentos está fortemente associada às suas características sensoriais. Neste sentido, a análise sensorial constitui uma

ferramenta fundamental para compreender a perceção dos consumidores e orientar processos de reformulação alimentar. A utilização de testes afetivos, nomeadamente através da escala hedónica de 9 pontos, permite avaliar o grau de agrado relativamente às refeições e ajustar atributos como o sabor, a textura, o aroma e a aparência, contribuindo para maximizar a aceitação das preparações desenvolvidas (3).

Para além da dimensão sensorial, a reformulação das ementas assume igualmente relevância do ponto de vista ambiental e nutricional. Segundo a análise de Springmann (4), desenvolvida como documento de apoio ao relatório *The State of Food Security and Nutrition in the World 2020* da FAO, a adoção de padrões alimentares de base vegetal poderá reduzir o custo social das emissões de gases com efeito de estufa associadas à alimentação em 41–74% até 2030. Paralelamente, padrões alimentares com maior predominância de alimentos de origem vegetal encontram-se associados a benefícios para a saúde, incluindo menor risco de doenças crónicas e maior ingestão de fibra e micronutrientes essenciais, conforme destacado pela Direção-Geral da Saúde (5) e pelas Recomendações Nutricionais Nórdicas — NNR2023 (6).

Deste modo, a transição para sistemas alimentares mais sustentáveis encontra-se alinhada com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas, nomeadamente o ODS 2 - Erradicar a fome e promover uma agricultura sustentável e o ODS 12 - Garantir padrões de consumo e produção sustentáveis (7). No entanto, esta transformação exige abordagens integradas, sustentadas em evidências

científicas e desenvolvidas através da articulação entre gastronomia, nutrição, sustentabilidade e operacionalização alimentar.

Neste enquadramento, a gastronomia sustentável emerge como uma ferramenta estratégica de inovação e de transformação alimentar. Mais do que fornecer refeições, os sistemas de restauração coletiva podem assumir-se como agentes ativos de mudança, influenciando hábitos alimentares e promovendo escolhas mais conscientes. Cada prato pode, assim, funcionar como um instrumento pedagógico capaz de traduzir, de forma concreta, a relação entre alimentação, saúde, cultura e impacto ambiental.

É neste contexto que se insere o presente trabalho, desenvolvido em colaboração com a Gertal, no âmbito do programa TriFootFood. O projeto centrou-se na aplicação de metodologias de avaliação da pegada de carbono das refeições e no desenvolvimento e na reformulação de receitas, incluindo preparações vegetarianas, de carne e de pescado, com base em critérios ambientais, nutricionais, sensoriais e operacionais. O objetivo consistiu em contribuir para a criação de ementas equilibradas, atrativas e adaptadas às exigências contemporâneas da restauração coletiva, conciliando a redução do impacto ambiental, a aceitação por parte dos consumidores e a viabilidade de implementação em contexto real de produção alimentar.

II. Apresentação da organização

A Gertal é uma empresa portuguesa que atua no setor da restauração coletiva desde 1973, assegurando diariamente a confeção e o fornecimento de refeições em diferentes contextos institucionais, nomeadamente em unidades escolares, empresas e outras organizações (8). Integrada no Grupo Trivalor, a empresa desenvolve a sua atividade com enfoque na qualidade alimentar, na segurança dos processos e na eficiência operacional, respondendo às exigências associadas à produção alimentar em larga escala. Esta dimensão operacional reflete-se no volume de refeições produzidas, tendo-se registado, no mês de maio de 2026, uma média diária de 22 081 refeições no setor empresarial e de 90 089 no setor do ensino.

A dimensão e a complexidade deste modelo de funcionamento implicam desafios significativos ao nível da gestão de recursos, do planeamento de ementas, da padronização de processos e da adaptação às necessidades específicas de diferentes públicos. Neste contexto, a restauração coletiva assume um papel particularmente relevante na promoção de práticas alimentares mais sustentáveis, dado o impacto que as escolhas alimentares podem ter tanto ao nível ambiental como na influência sobre os hábitos de consumo da população.

Nos últimos anos, a Gertal tem vindo a integrar diferentes iniciativas orientadas para a sustentabilidade alimentar, procurando reduzir o impacto ambiental das suas operações e melhorar a qualidade global das refeições disponibilizadas. Entre estas iniciativas, destacam-se medidas relacionadas com a redução do desperdício alimentar, a diminuição do uso de plástico, de papel, a reformulação nutricional

das refeições, a valorização de práticas alimentares mais sustentáveis e a redução da produção de resíduos orgânicos.

Foi neste enquadramento que se desenvolveu o presente estágio, integrado nas atividades da empresa relacionadas com a sustentabilidade alimentar na restauração coletiva. O trabalho encontra-se associado ao projeto TriFootFood, uma iniciativa centrada na redução do impacto ambiental das refeições, com particular enfoque na avaliação e na redução da pegada de carbono.

Numa fase inicial do estágio, a ideia centrou-se sobretudo na reformulação de opções vegetarianas, motivada pela crescente relevância das dietas de base vegetal e pelos desafios de aceitação sensorial frequentemente associados a estas preparações no contexto da restauração coletiva. Contudo, ao longo do desenvolvimento do trabalho e do contacto direto com a realidade operacional da empresa, tornou-se evidente a necessidade de adotar uma abordagem mais abrangente, integrando igualmente a preparação de carne e de pescado. Esta perspetiva permitiu explorar estratégias de reformulação sustentáveis aplicáveis de forma transversal às diferentes tipologias de refeições servidas pela empresa.

Neste contexto, o trabalho desenvolvido envolveu a análise crítica de ementas existentes, a identificação de ingredientes e componentes com maior impacto ambiental e o desenvolvimento de propostas de reformulação orientadas para a redução da pegada de carbono das refeições. Paralelamente, foram desenvolvidas e testadas algumas receitas, recorrendo a estratégias como a substituição de

ingredientes de elevado impacto, a valorização de fontes proteicas vegetais e a otimização das combinações alimentares.

A componente sensorial assumiu igualmente um papel relevante na última etapa do estágio, tendo sido realizadas avaliações sensoriais de algumas das preparações desenvolvidas em contexto real de consumo. A aplicação de testes afetivos com escala hedónica permitiu analisar a aceitabilidade global das refeições, os atributos específicos das preparações e a intenção de consumo dos participantes, integrando a perceção dos consumidores no processo de desenvolvimento e reformulação das receitas.

Adicionalmente, o estágio incluiu o contacto direto com diferentes unidades operacionais da empresa, proporcionando uma compreensão aprofundada das condicionantes associadas à produção alimentar em larga escala. Esta experiência permitiu observar aspetos relacionados com logística, a gestão de recursos, a padronização de processos, o planeamento de produção e a viabilidade prática das propostas desenvolvidas, contribuindo para uma visão mais integrada da sustentabilidade no contexto da restauração coletiva.

Deste modo, o estágio teve como principal objetivo incorporar princípios de sustentabilidade no desenvolvimento de ementas em restauração coletiva, procurando articular diferentes dimensões ambientais, sensoriais e operacionais. Mais do que uma simples reformulação de pratos, o trabalho procurou contribuir para o desenvolvimento de soluções alimentares simultaneamente mais

sustentáveis, bem aceites pelos consumidores e exequíveis no contexto real de produção alimentar da Gertal.

III. Objetivos

Objetivo geral:

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver e avaliar propostas de ementas em contexto de restauração coletiva, através da aplicação de metodologias de cálculo da pegada de carbono e da integração de critérios sensoriais, nutricionais e operacionais, contribuindo para a redução do impacto ambiental das refeições no contexto da Gertal.

Objetivos específicos:

- Analisar criticamente ementas utilizadas em contexto de restauração coletiva, identificando ingredientes e componentes associados ao maior impacto ambiental;
- Aplicar metodologias de cálculo da pegada de carbono às receitas desenvolvidas no âmbito do projeto TriFootFood;
- Desenvolver e reformular preparações alimentares, incluindo opções vegetarianas, de carne e de pescado, orientadas para a redução da pegada de carbono;
- Implementar estratégias de reformulação alimentar, nomeadamente através da substituição de ingredientes de elevado impacto ambiental, valorização de fontes proteicas vegetais e otimização das combinações alimentares;

- Avaliar sensorialmente as preparações desenvolvidas em contexto real de consumo, recorrendo a testes afetivos com escala hedónica;
- Analisar a aceitabilidade global das refeições, bem como atributos sensoriais específicos e intenção de consumo dos participantes;
- Avaliar a viabilidade operacional das propostas desenvolvidas no contexto da produção alimentar em larga escala.

IV. Investigação aplicada em contexto

1. Enquadramento teórico

A crescente pressão exercida sobre os sistemas alimentares globais tem conduzido à necessidade de repensar profundamente a forma como os alimentos são produzidos, distribuídos e consumidos. Neste contexto, a alimentação deixa de ser entendida apenas como resposta às necessidades nutricionais, passando a assumir uma dimensão estratégica na promoção da saúde pública, na mitigação do impacto ambiental e na construção de modelos de consumo mais sustentáveis.

A restauração coletiva ocupa, neste enquadramento, uma posição particularmente relevante. Pela escala de produção associada a escolas, empresas e outras instituições, cada refeição servida representa não apenas um ato alimentar, mas também uma oportunidade de influenciar comportamentos, promover educação alimentar e reduzir a pressão ambiental associada ao consumo

quotidiano. Assim, este setor assume-se como um espaço privilegiado para a implementação de estratégias de transição alimentar.

Em Portugal, dados do Inquérito Alimentar Nacional e de Atividade Física (IAN-AF 2016) demonstram que crianças e adolescentes apresentam níveis reduzidos de consumo de hortícolas, fruta e leguminosas (9), refletindo padrões alimentares desequilibrados e uma ingestão insuficiente de fibra alimentar. Considerando que uma parte significativa das refeições diárias deste público ocorre em contexto institucional, estes padrões podem estar parcialmente associados à composição das ementas disponibilizadas, frequentemente caracterizadas por elevada presença de proteína animal e menor diversidade de alimentos de origem vegetal. A substituição de ingredientes de origem animal por alternativas vegetais pode reduzir o impacto ambiental das refeições, mas não garante, por si só, maior sustentabilidade efetiva. Quando as preparações apresentam baixa aceitação sensorial, o risco de rejeição e desperdício alimentar aumenta, anulando parcialmente os benefícios ambientais esperados.

Neste contexto, a promoção de sistemas alimentares mais sustentáveis encontra-se alinhada com a Agenda 2030 das Nações Unidas, particularmente com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável relacionados com a segurança alimentar, a produção responsável e a mitigação das alterações climáticas (7).

Neste sentido, modelos como a Dupla Pirâmide Alimentar e Ambiental (Figura 1.), desenvolvida pelo *Barilla Center for Food & Nutrition*, evidenciam a relação entre

padrões alimentares mais saudáveis e menor impacto ecológico, demonstrando que alimentos predominantemente vegetais e minimamente processados tendem a apresentar benefícios nutricionais e ambientais em simultâneo (10, 11).



Figura 1. Pirâmide dupla, adaptado da Fundação Barilla (10).

É neste enquadramento que emerge o conceito de gastronomia sustentável. Mais do que uma tendência alimentar, trata-se de uma abordagem integradora que considera o alimento ao longo de toda a sua cadeia de valor, desde a produção até ao consumo, articulando critérios ambientais, qualidade nutricional, identidade cultural, viabilidade operacional e experiência sensorial.

A gastronomia sustentável deixa, assim, de representar apenas uma reflexão conceptual e passa a constituir uma ferramenta prática de transformação dos sistemas alimentares. A seleção de ingredientes locais e sazonais, a valorização de leguminosas, cereais integrais e hortícolas, a redução do desperdício alimentar

e a otimização dos métodos de confeção constituem estratégias concretas capazes de reduzir o impacto ambiental das refeições sem comprometer a sua qualidade sensorial.

No contexto da restauração coletiva, pequenas alterações na composição das ementas podem traduzir-se em reduções significativas da pegada de carbono global, enquanto influenciam diretamente os hábitos alimentares de um elevado número de consumidores. A reformulação alimentar deixa, assim, de se limitar à substituição pontual de ingredientes e passa a exigir uma reconfiguração mais ampla da estrutura dos pratos, integrando sustentabilidade, equilíbrio nutricional e aceitação do consumidor.

Neste processo, os profissionais de cozinha assumem um papel central como mediadores entre os sistemas de produção e as práticas de consumo. A capacidade de transformar ingredientes sustentáveis em propostas culinárias sensorialmente apelativas permite aproximar os consumidores de padrões alimentares mais equilibrados, contribuindo para uma maior aceitação de refeições com menor impacto ambiental. A FAO reconhece os chefs como agentes de mudança com potencial para influenciar comportamentos alimentares e promover modelos alimentares mais sustentáveis (12).

Importa ainda considerar que a sustentabilidade das refeições não depende exclusivamente da escolha dos ingredientes. Os processos de confeção utilizados em cozinhas profissionais influenciam igualmente o desempenho ambiental das

preparações. Métodos que requerem longos períodos de utilização de equipamentos ou elevadas temperaturas tendem a apresentar maiores consumos energéticos, enquanto técnicas mais eficientes, como a cozedura a vapor ou a utilização de equipamentos multifuncionais, podem contribuir para uma utilização mais racional dos recursos. Em sistemas de elevada produção, pequenas melhorias operacionais podem representar reduções significativas no consumo energético global.

A aceitação sensorial das refeições constitui um dos fatores determinantes para o sucesso de estratégias alimentares sustentáveis. Preparações visualmente apelativas, equilibradas ao nível do sabor, da textura e do aroma, tendem a aumentar a adesão dos consumidores e a reduzir o desperdício alimentar. Neste sentido, a integração da análise sensorial no desenvolvimento de ementas permite ajustar as características organoléticas das preparações às preferências dos consumidores, conciliando sustentabilidade ambiental com o prazer alimentar.

A utilização de ferramentas de avaliação ambiental, como metodologias de cálculo da pegada de carbono e plataformas especializadas de monitorização de emissões, permite complementar esta abordagem através da incorporação de dados quantitativos no processo de tomada de decisão. Estas ferramentas possibilitam identificar ingredientes e preparações de maior impacto ambiental, orientando estratégias de reformulação mais sustentáveis e adaptadas ao contexto operacional.

Neste contexto, a reformulação de receitas deixa de corresponder apenas a uma alteração técnica das preparações e passa a assumir-se como uma estratégia de intervenção alimentar com implicações nutricionais, sensoriais e ecológicas.

Esta perspetiva constitui a base conceptual do presente trabalho, desenvolvido no contexto do estágio realizado na Gertal, no qual o desenvolvimento de ementas procurou conciliar a redução da pegada de carbono, a aceitação sensorial e a viabilidade operacional em contexto real de restauração coletiva. Através da reformulação de receitas vegetarianas, de carne e de pescado, o estudo procurou explorar de que forma princípios de gastronomia sustentável podem ser operacionalizados em sistemas de produção alimentar em larga escala sem comprometer a aceitação dos consumidores.

2. Seleção e valorização de ingredientes na construção de ementas

A crescente necessidade de transformar os sistemas alimentares tem levado a uma reflexão mais ampla sobre o papel dos ingredientes no desenvolvimento de refeições sustentáveis. A sustentabilidade alimentar deixa de estar associada exclusivamente à redução do impacto ambiental e passa a integrar dimensões nutricionais, culturais, sensoriais e operacionais, particularmente relevantes na restauração coletiva, onde o elevado volume de produção amplifica as consequências das escolhas alimentares realizadas diariamente, aumentando o impacto positivo nas opções de ementas com valor reduzido da pegada de carbono.

Nas últimas décadas, transformações associadas à globalização, industrialização, urbanização e alterações nos ritmos de vida contribuíram para o aumento das refeições realizadas fora de casa, reforçando o papel da restauração coletiva. Neste contexto, a necessidade de responder a grandes volumes de produção favorece modelos assentes no planeamento, na previsibilidade operacional e na padronização dos processos. Contudo, a literatura aponta fragilidades na oferta alimentar em cantinas, nomeadamente pouca variabilidade na composição das refeições e nos métodos culinários utilizados (2, 13). Assim, a valorização de produtos locais, sazonais e de preparações culinárias tradicionais surge como critério relevante para promover ementas mais sustentáveis, diversificadas e culturalmente contextualizadas.

Neste enquadramento, o desenvolvimento de ementas sustentáveis exige uma abordagem mais abrangente do que a simples substituição de ingredientes de origem animal ou a redução isolada da pegada de carbono. A reformulação alimentar implica repensar a estrutura dos pratos, a diversidade dos ingredientes utilizados e a forma como estes podem contribuir simultaneamente para todos os pilares que envolvem a sustentabilidade.

Neste contexto, importa também considerar a forma como a informação alimentar é organizada e comunicada no âmbito da restauração coletiva (exemplos nos anexos A e B). Nas ementas da Gertal, a informação é apresentada numa estrutura semanal, contemplando a identificação das preparações servidas, a respetiva composição nutricional, a classificação da pegada de carbono e a indicação dos alergénios, acompanhadas de legendas explicativas correspondentes. Esta

organização permite disponibilizar ao consumidor informação sintética sobre a refeição, articulando aspetos nutricionais, ambientais e de segurança alimentar.

Paralelamente, as fichas técnicas constituem instrumentos de apoio operacional destinados sobretudo às equipas de cozinha. Para além da identificação dos ingredientes e respetivas capitações, estas fichas incluem a composição nutricional das preparações, o método culinário aplicado, a descrição do modo de preparação e a informação relativa a alergénios. Desta forma, funcionam como ferramentas de padronização, permitindo orientar a confeção dos pratos, assegurar maior consistência entre as unidades e apoiar a implementação prática das ementas.

A valorização de ingredientes tradicionais e subutilizados surge, assim, como uma estratégia relevante de inovação sustentável. Para além do seu potencial nutricional e agronómico, muitos destes alimentos transportam memória cultural, ligação territorial e diversidade gastronómica, permitindo recuperar práticas alimentares progressivamente esquecidas pelos sistemas alimentares contemporâneos. A sustentabilidade também pode ser entendida como um processo de reaproximação entre alimentação, cultura e território.

No âmbito do presente trabalho, esta perspetiva influenciou diretamente o desenvolvimento e a reformulação das receitas elaboradas durante o estágio na Gertal. A seleção dos ingredientes procurou articular critérios relacionados com o impacto ambiental, a funcionalidade culinária, a viabilidade operacional e a

valorização identitária, contribuindo para a construção de ementas mais equilibradas e diversificadas.

Entre os ingredientes considerados, destacam-se:

- Diferentes leguminosas devido ao seu reduzido impacto ambiental, elevado valor nutricional e versatilidade gastronómica. O **feijão-frade** (Vigna unguiculata) com valor de PC de 0,62 kg CO_2/kg, amplamente utilizado em diferentes contextos africanos e mediterrânicos, revelou particular interesse não apenas pelo seu teor proteico e pelo conteúdo em fibra alimentar, mas também pela sua resistência agronómica e pela capacidade de adaptação a diferentes preparações culinárias. A sua utilização permitiu desenvolver pratos nutricionalmente equilibrados sem comprometer a textura, o sabor ou a aceitabilidade (14).

  Paralelamente, ingredientes como a **fava** (Vicia faba) com o valor de PC de 0,60 kg CO_2/kg e o **chícharo** (Lathyrus sativus) com o valor de PC de 1,17 kg CO_2/kg assumiram relevância enquanto exemplos de leguminosas historicamente associadas à alimentação tradicional portuguesa, mas progressivamente menos valorizadas nos padrões alimentares atuais. A reintrodução destes alimentos em propostas gastronómicas contemporâneas representa não apenas uma estratégia nutricional, mas também uma forma de preservação do património alimentar e da biodiversidade agrícola (15, 16).
- A **castanha** europeia (*Castanea sativa* Mill.), com o valor de PC de 0,64 kg CO_2/kg, frequentemente designada como castanha portuguesa no contexto

nacional, foi igualmente considerada pelo seu valor cultural, nutricional e gastronómico. Tradicionalmente associada à alimentação portuguesa, sobretudo em regiões de produção como Trás-os-Montes, Beira Interior e Alto Alentejo, constitui um ingrediente sazonal com forte ligação ao território e ao património alimentar. Do ponto de vista nutricional, distingue-se de outros frutos secos pelo menor teor lipídico e pela maior riqueza em hidratos de carbono complexos, sobretudo amido, podendo funcionar como alternativa aos acompanhamentos amiláceos convencionais. A sua utilização em preparações contemporâneas permite explorar a textura, a doçura natural e a cremosidade, contribuindo simultaneamente para a valorização dos produtos locais e para a diversificação das fontes vegetais utilizadas nas receitas (17).

- Foram ainda consideradas fontes proteicas animais de menor impacto relativo, como o **pato** com o valor de PC de 9,33 kg CO_2/kg e o **peru** com o valor de PC de 5,11 kg CO_2/kg, devido à sua composição nutricional, versatilidade culinária e potencial de diversificação das opções apresentadas à empresa. O pato apresenta uma carne de sabor mais pronunciado e perfil sensorial distinto, permitindo desenvolver preparações com maior complexidade aromática e valorização gastronómica, sobretudo quando associado a técnicas culinárias que favoreçam a suculência e o equilíbrio entre gordura, textura e intensidade de sabor.

  O peru, por sua vez, constitui uma fonte de proteína magra amplamente utilizada em preparações de menor teor de gordura, apresentando boa adaptação a diferentes métodos de confeção e perfis de tempero. A

inclusão destas carnes também teve como objetivo ampliar a diversidade das propostas desenvolvidas, evitando uma dependência excessiva de opções mais convencionais. Ainda assim, importa reconhecer que a carne de **frango**, com o valor de PC de 3,25 kg CO_2/kg, apresenta, no conjunto das carnes consideradas, uma pegada de carbono inferior à do pato e do peru, razão pela qual foi igualmente integrada em várias receitas do portefólio desenvolvido. Quando comparadas às carnes de ruminantes, como a carne bovina, com PC de 28,73 kg CO_2/kg, estas opções representam alternativas de menor impacto relativo, podendo funcionar como estratégias intermédias entre a redução da pegada ambiental das refeições e a manutenção da familiaridade sensorial para os consumidores.

- O **tofu**, com valor de PC de 2,33 kg CO_2/kg, foi considerado uma fonte proteica vegetal de elevada versatilidade culinária, particularmente relevante no desenvolvimento de preparações vegetarianas e de menor impacto ambiental. Obtido a partir da coagulação da bebida de soja, o tofu apresenta um perfil nutricional interessante, destacando-se pelo alto teor proteico, baixo teor de gordura saturada e pela capacidade de absorver aromas e temperos. Esta neutralidade sensorial constitui uma vantagem gastronómica, permitindo a sua adaptação a diferentes matrizes culinárias, desde preparações salteadas e assadas até recheios, molhos ou pratos de inspiração mais tradicional.

  A sua inclusão no portefólio de receitas permitiu diversificar as fontes de proteína vegetal e explorar alternativas à proteína animal sem comprometer a estrutura das preparações. Além disso, por apresentar, em

geral, uma pegada de carbono inferior à de várias fontes proteicas de origem animal, o tofu representa uma opção pertinente no contexto de ementas sustentáveis, conciliando valor nutricional, funcionalidade tecnológica e potencial de aceitação quando devidamente trabalhado ao nível do sabor, da textura e da apresentação (18).

- No grupo do pescado, foram privilegiadas espécies que, na metodologia de cálculo aplicada, apresentaram menor impacto ambiental, nomeadamente a **sardinha**, com PC de 2,92 kg CO_2/kg; a **cavala**, com PC de 2,05 kg CO_2/kg; o **carapau**, com PC de 2,05 kg CO_2/kg; e a **anchova**, com PC de 1,30 kg CO_2/kg. Estas espécies correspondem, em grande parte, a peixes pelágicos de pequena dimensão, geralmente associados a ciclos de vida mais curtos e a níveis tróficos inferiores em comparação com espécies predadoras de maior porte. Esta característica contribui para o seu interesse no desenvolvimento de ementas mais sustentáveis, embora a pegada ambiental do pescado também dependa de fatores como o método de captura, a origem, a sazonalidade, o transporte e o processamento. Para além da dimensão ambiental, estas espécies têm relevância nutricional e gastronómica. A sardinha, a cavala, o carapau e a anchova são reconhecidos pelo seu teor de proteína de elevada qualidade e pela presença de lípidos de interesse nutricional, incluindo ácidos gordos ómega-3. Do ponto de vista culinário, permitem preparações simples, aromáticas e sensorialmente marcantes, podendo ser integradas em propostas assadas, estufadas, grelhadas ou em combinações com leguminosas, hortícolas e cereais. A sua utilização permitiu, assim, conciliar menor pegada ambiental, valorização

de espécies com forte presença na alimentação mediterrânica e diversificação das opções de pescado no portefólio desenvolvido.

- Foram ainda valorizados ingredientes vegetais, como a **batata-doce** (PC 0,35 kg CO_2/kg), a **abóbora** (PC 0,38 kg CO_2/kg), o **cuscuz** (PC 2,54 kg CO_2/kg) e a **quinoa** (PC 1,15 kg CO_2/kg), pela sua capacidade de enriquecer as preparações nos aspetos sensorial, nutricional e cromático. A batata-doce e a abóbora destacam-se pela doçura natural, textura macia e versatilidade culinária, permitindo conferir cremosidade, cor e equilíbrio a purés, assados, recheios, sopas e pratos compostos. Para além disso, contribuem com fibra alimentar e compostos bioativos, como carotenoides nas variedades de polpa alaranjada, reforçando o interesse nutricional das receitas.

  O cuscuz, enquanto produto cerealífero de preparação rápida, revelou-se particularmente interessante no contexto da restauração coletiva, pela sua praticidade operacional, capacidade de absorver aromas e facilidade de combinação com leguminosas, hortícolas e frutos secos. A quinoa, por sua vez, foi incluída como pseudocereal de elevado interesse nutricional, devido ao seu teor proteico e à presença de aminoácidos essenciais em proporções relevantes. Em conjunto, estes ingredientes permitiram diversificar texturas, cores e bases vegetais, contribuindo para preparações mais apelativas, equilibradas e alinhadas aos princípios de sustentabilidade alimentar.

- Foram igualmente considerados ingredientes com potencial funcional e sensorial acrescido, como os produtos apícolas locais. O **mel**, com o valor

de PC de 1,74 kg CO_2/kg, para além da sua aplicação culinária, estabelece uma ligação direta entre alimentação, biodiversidade e valorização dos ecossistemas, reforçando a relação entre sustentabilidade ambiental e produção alimentar.

Esta lógica de valorização alimentar procurou afastar-se da ideia de sustentabilidade baseada apenas na restrição ou na eliminação de determinados produtos. Em vez disso, o trabalho desenvolvido centrou-se na elaboração de refeições capazes de conciliar prazer alimentar, diversidade sensorial e responsabilidade ambiental. A reformulação dos pratos não foi entendida como um exercício de substituição linear, mas como um processo criativo de reorganização dos elementos que compõem a refeição, explorando novas combinações, técnicas culinárias e estruturas gastronómicas.

Importa salientar que a integração destes ingredientes foi sempre analisada à luz das exigências específicas da restauração coletiva. Aspetos relacionados com a disponibilidade, a estabilidade produtiva, a facilidade de preparação, a adaptação às equipas de cozinha e a aceitação do consumidor foram considerados ao longo do processo de desenvolvimento das receitas. Desta forma, a sustentabilidade alimentar foi abordada numa perspetiva prática e aplicada, procurando garantir soluções simultaneamente exequíveis e sensorialmente apelativas, em contexto real de produção alimentar em larga escala, destinadas principalmente ao público escolar e empresarial.

Esta abordagem tornou-se particularmente relevante no desenvolvimento das receitas reformuladas, onde a redução da pegada de carbono foi acompanhada pela procura de maior diversidade alimentar e valorização gastronómica. A incorporação de ingredientes vegetais não se limitou a reduzir as emissões associadas às refeições, mas também a contribuir para preparações mais equilibradas, culturalmente significativas e capazes de estimular uma relação mais consciente com a alimentação.

A seleção de ingredientes deixou de ser apenas uma etapa técnica do desenvolvimento culinário e passou a ser uma ferramenta estratégica de transformação alimentar. A valorização de produtos tradicionais, locais e de menor impacto ambiental permitiu não só apoiar os objetivos de sustentabilidade associados ao presente trabalho, mas também reforçar o potencial da gastronomia como espaço de inovação, identidade cultural e construção de sistemas alimentares mais resilientes.

3. Técnicas de confeção e eficiência operacional

A sustentabilidade das ementas em restauração coletiva depende também da forma como os alimentos são preparados. Em sistemas de produção alimentar em larga escala, os métodos de confeção adotados influenciam diretamente o consumo de recursos, particularmente ao nível energético, assumindo relevância crescente nas estratégias de redução do impacto ambiental associado às refeições.

Para além da pegada carbónica inerente à produção e transporte dos alimentos, os processos culinários representam igualmente uma componente importante do desempenho ambiental das cozinhas profissionais. Técnicas que implicam temperaturas elevadas, longos períodos de preparação ou utilização contínua de equipamentos tendem a exigir maior consumo de energia, enquanto abordagens mais eficientes podem contribuir para uma utilização mais racional dos recursos disponíveis.

Neste contexto, métodos como a cozedura a vapor, o uso de equipamentos multifuncionais e a otimização dos fluxos de trabalho surgem como alternativas relevantes para melhorar a eficiência operacional das unidades de restauração coletiva. Paralelamente, estratégias como a preparação simultânea de diferentes componentes, o aproveitamento do calor residual e a organização adequada das tarefas de cozinha permitem reduzir desperdícios de tempo e de energia sem comprometer a qualidade final das preparações.

Importa, contudo, reconhecer que a eficiência operacional deve ser articulada com outros critérios fundamentais, nomeadamente a segurança alimentar, a viabilidade produtiva e a qualidade sensorial das refeições. A adoção de práticas mais sustentáveis não deverá comprometer atributos como textura, sabor, aparência ou a aceitação dos consumidores, exigindo uma abordagem equilibrada entre desempenho técnico e experiência alimentar.

Embora esta dimensão não constitua o foco central do presente trabalho, os princípios de eficiência operacional foram considerados de forma complementar no desenvolvimento das propostas culinárias, sobretudo na seleção de técnicas compatíveis com o contexto real da restauração coletiva. Esta perspetiva reforça a compreensão da sustentabilidade alimentar como conceito multidimensional, em que decisões culinárias, logísticas e ambientais se encontram profundamente interligadas.

V. Metodologia aplicada

A metodologia foi estruturada de forma a responder aos objetivos definidos, articulando a avaliação ambiental das receitas com a sua reformulação e desenvolvimento culinário e posterior avaliação sensorial.

4. Avaliação da pegada de carbono no desenvolvimento das ementas

A crescente preocupação com o impacto ambiental dos sistemas alimentares tem conduzido à utilização da pegada de carbono como um dos principais indicadores de sustentabilidade no setor alimentar. Expressa em dióxido de carbono equivalente (kg CO_2e), esta métrica permite quantificar as emissões de gases com efeito de estufa associadas a um alimento, preparação ou atividade ao longo do respetivo ciclo de vida.

Embora existam diversos indicadores ambientais aplicáveis à avaliação da sustentabilidade alimentar, como a pegada hídrica, o uso do solo, a eutrofização, a acidificação e o impacto sobre a biodiversidade, a pegada de carbono tornou-se o parâmetro mais amplamente utilizado em contextos científicos e operacionais. Esta predominância deve-se, sobretudo, à sua capacidade de sintetizar diferentes gases com efeito de estufa num único indicador comparável, à ampla disponibilidade de fatores de emissão e à sua relação direta com as alterações climáticas. Atualmente, o dióxido de carbono equivalente é a métrica oficialmente adotada pelo IPCC e utilizada no âmbito do Acordo de Paris para a monitorização e a definição de metas climáticas (19, 20).

No contexto alimentar, este indicador integra as emissões associadas a diferentes etapas da cadeia de produção, incluindo a produção agrícola, o processamento, o armazenamento, o transporte, a distribuição e a preparação culinária. Contudo, diversos estudos demonstram que o impacto ambiental das refeições depende predominantemente da escolha dos ingredientes utilizados, com diferenças substanciais entre grupos alimentares.

Segundo *Poore & Nemecek* (21), autores de uma das maiores meta-análises sobre sistemas alimentares globais, a produção de 1 kg de carne bovina pode emitir aproximadamente 60 kg CO_2e/kg (por vezes, os valores podem ser inferiores devido ao tipo de processamento aplicado ao produto), enquanto alimentos como ervilhas apresentam valores próximos de 1 kg CO_2e/kg de produto. Produtos como queijo e cordeiro frequentemente ultrapassam 20 kg CO_2e/kg, enquanto as aves

e os suínos apresentam impactos intermédios, estimados em cerca de 6–7 kg CO_2e/kg. Estes resultados evidenciam o peso significativo dos alimentos de origem animal nas emissões globais e reforçam o potencial da reformulação alimentar como estratégia de mitigação climática.

Para além das emissões diretamente associadas à produção alimentar, a utilização de recursos naturais constitui igualmente uma preocupação central. Atualmente, cerca de metade da superfície terrestre habitável encontra-se destinada à agricultura, sendo grande parte utilizada para a produção pecuária e para o cultivo de alimentos destinados à alimentação animal (21, 22). Neste contexto, *Poore e Nemecek* (21) estimam que uma transição global para uma dieta sem produtos de origem animal poderia reduzir a utilização de solo agrícola em cerca de 75%, sobretudo pela diminuição da área destinada a pastagens e ao cultivo de alimentos para animais, o que demonstra o impacto estrutural das escolhas alimentares sobre os sistemas de produção e de utilização de recursos naturais.

Importa, contudo, salientar que a pegada carbónica dos alimentos resulta da interação entre diferentes componentes do sistema alimentar. Embora o transporte seja frequentemente apontado pelos consumidores como um dos principais fatores de impacto ambiental, a sua contribuição tende a ser relativamente reduzida quando comparada com a fase de produção agrícola, o que pode ser confirmado na avaliação dos produtos em bases de dados como a *My emissions*. Em muitos alimentos, particularmente os de origem animal, mais de 80% das emissões estão associadas à utilização do solo, à produção de alimentos

para animais, à fertilização agrícola e às emissões metabólicas, enquanto o transporte representa frequentemente menos de 10% da pegada total. No caso específico da carne bovina, o transporte pode representar menos de 1% das emissões globais do produto (21, 22).

A quantificação destes impactos é geralmente realizada por meio da metodologia ACV, amplamente utilizada para estimar os efeitos ambientais associados aos alimentos ao longo das diferentes etapas da cadeia produtiva. Esta abordagem baseia-se na utilização de fatores de emissão expressos em kg CO_2e por kg de produto, permitindo comparar ingredientes e preparações de forma objetiva e mensurável.

No âmbito do presente trabalho, foi aplicada a metodologia de cálculo desenvolvida no contexto do projeto TriFootFood, baseada na associação entre fatores de emissão e as capitações dos ingredientes utilizados nas receitas analisadas (23, 24). A aplicação desta metodologia permitiu estimar a pegada de carbono das preparações desenvolvidas durante o estágio, apoiar a comparação entre diferentes propostas culinárias e identificar oportunidades concretas de reformulação com menor impacto ambiental. Para facilitar a leitura e a comunicação dos resultados, as receitas foram classificadas através de um sistema visual inspirado na lógica do semáforo, atribuindo-se as cores verde, amarelo e vermelho consoante o intervalo de pegada de carbono obtido. Esta representação foi complementada por um símbolo de pegada, tornando a informação mais

intuitiva e apelativa para diferentes públicos, incluindo consumidores sem formação técnica na área ambiental.

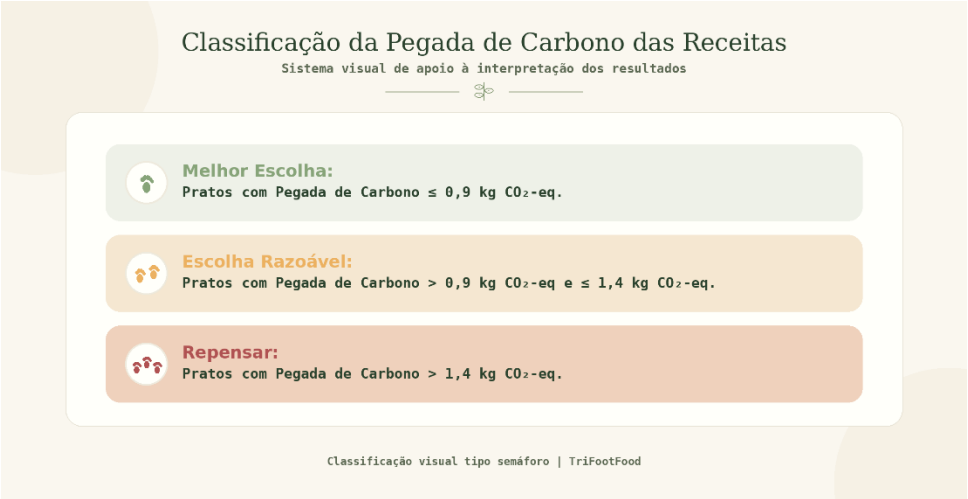


Figura 2. Classificação da pegada de carbono da Gertal. (23)

Importa reconhecer algumas limitações associadas ao modelo de cálculo utilizado neste estágio. Uma das principais prende-se com a exclusão de determinados componentes do ciclo de vida dos alimentos, nomeadamente os impactos associados à refrigeração e a parte da distribuição logística posterior à Sogenave (principal fornecedor da matéria-prima) até às diferentes unidades operacionais da Gertal. Apesar desta exclusão, as etapas anteriores da cadeia de abastecimento refletem-se nos fatores de emissão utilizados pela metodologia. Adicionalmente, o modelo aplicado não integrou os consumos energéticos associados à preparação culinária, nomeadamente a utilização de gás ou de eletricidade nas cozinhas industriais. Considerando a diversidade de equipamentos, métodos de confeção e características operacionais das diferentes unidades da Gertal, a incorporação destes dados exigiria um sistema específico de monitorização energética, que não está contemplado no âmbito do presente trabalho.

5. Desenvolvimento e reformulação de receitas: critérios ambientais, operacionais e metodológicos

O desenvolvimento e reformulação das receitas constituíram uma das etapas centrais do presente trabalho, permitindo transformar os princípios de sustentabilidade alimentar em propostas concretas e adaptadas à realidade operacional da Gertal. Nesta fase, a reformulação não foi entendida como uma simples substituição de ingredientes, mas como um processo técnico e gastronómico de reorganização das preparações, considerando simultaneamente a pegada de carbono, a estrutura sensorial dos pratos, a disponibilidade de matérias-primas e a viabilidade de produção em larga escala.

Numa fase inicial, foram analisadas 50 preparações descritas no fluxograma (Figura 3), distribuídas entre receitas existentes da Gertal, pratos vegetarianos, pratos de carne e pratos de pescado. Para cada preparação, foi efetuado o cálculo da pegada de carbono, seguido de uma análise crítica da sua composição, da frequência de utilização, do potencial de reformulação e da adequação ao contexto operacional das unidades. Esta análise permitiu identificar receitas com maior margem de melhoria ambiental e gastronómica, bem como preparações cuja reformulação apresentava limitações relevantes, nomeadamente devido à dificuldade em reduzir significativamente a pegada de carbono sem comprometer a identidade do prato.

A partir deste processo, foram selecionadas 12 preparações para reformulação. A seleção das doze receitas teve como critério central a obtenção de preparações com menor pegada de carbono, tendo sido excluídas as opções que, mesmo após reformulação, permaneciam classificadas no nível vermelho. No conjunto de receitas selecionadas, foram introduzidas alterações ao nível da composição proteica e das capitações. Estas alterações incluíram a incorporação de pratos com carnes mistas, a substituição de proteínas originalmente previstas por alternativas com menor pegada de carbono e a redução de capitações que, nas fichas técnicas iniciais, se encontravam sobrestimadas. A título de exemplo, procedeu-se à substituição do alabotes por tilápia, dado que esta apresentava uma pegada de carbono consideravelmente inferior, aproximadamente metade da registada para o peixe originalmente previsto. Do ponto de vista gastronómico, esta substituição foi considerada adequada por se tratar de um pescado de sabor suave e textura relativamente firme, permitindo preservar o perfil sensorial geral da preparação. A apresentação em filete constitui ainda uma vantagem em contexto escolar, uma vez que facilita o consumo, reduz barreiras associadas à presença de espinhas e contribui para uma maior familiaridade e aceitabilidade do prato. Estas características permitiram preservar o perfil sensorial geral da receita, evitando uma alteração demasiado marcada no sabor final do prato. As estratégias aplicadas incluíram de maneira geral, a substituição parcial de ingredientes de maior impacto, o ajuste das proporções, a valorização de componentes vegetais e a reorganização estrutural dos pratos. Sempre que necessário, foram também revistos os temperos, as técnicas de confeção e as

combinações alimentares, com o objetivo de preservar a coerência sensorial, a familiaridade gastronómica e a aceitabilidade das refeições.

Paralelamente, procedeu-se ao desenvolvimento de novas receitas, abrangendo diferentes categorias alimentares. Este processo resultou na criação de 12 novas opções vegetarianas, 4 novos pratos de carne e 5 novos pratos de pescado, complementando as propostas inicialmente reformuladas. A diversidade de ingredientes, técnicas culinárias e influências gastronómicas procurou demonstrar que a redução da pegada de carbono pode ser integrada em diferentes tipologias de refeições, sem limitar a variedade ou a atratividade das ementas.



Figura 3. Processo de desenvolvimento e reformulação de receitas

A avaliação ambiental foi complementada por critérios operacionais, logísticos e gastronómicos associados à realidade da restauração coletiva. Aspetos como a

disponibilidade de ingredientes, a capacidade produtiva, a estabilidade das preparações, o tempo de confeção, a padronização, a gestão de custos e a aceitação do consumidor foram considerados ao longo do desenvolvimento das receitas. Esta articulação revelou-se essencial, uma vez que a viabilidade de uma proposta sustentável depende não apenas do seu desempenho ambiental, mas também da sua capacidade de ser executada de forma consistente nas unidades de produção.

O desenvolvimento das novas preparações partiu da premissa de que uma refeição sustentável não deve ser construída apenas pela redução da sua pegada de carbono, mas pela capacidade de transformar essa redução numa proposta culinária coerente, atrativa e exequível. Assim, o processo criativo não se limitou à escolha de ingredientes ambientalmente mais favoráveis, tendo envolvido uma reflexão sobre a arquitetura do prato, a relação entre os seus componentes e a experiência sensorial esperada.

Cada preparação foi concebida procurando equilibrar familiaridade e inovação. Esta opção revelou-se particularmente importante num contexto em que a aceitação do consumidor depende, muitas vezes, da capacidade de reconhecer no prato elementos de conforto, identidade e previsibilidade sensorial. Por esse motivo, várias receitas foram estruturadas a partir de formatos culinários reconhecíveis, como estufados, massadas, jardineiras, caris ou preparações moldadas, permitindo introduzir ingredientes menos habituais ou combinações de menor impacto ambiental sem provocar uma rutura excessiva com os hábitos alimentares dos consumidores.

O equilíbrio sensorial constituiu um dos critérios centrais da formulação. A seleção e combinação dos ingredientes teve em conta a articulação entre sabor, aroma, textura, cor e perceção de saciedade. Ingredientes de caráter mais marcado, como leguminosas ou determinados vegetais, foram combinados com elementos capazes de introduzir doçura natural, cremosidade, frescura ou contraste textural, evitando preparações sensorialmente monótonas.

A textura foi considerada uma dimensão particularmente relevante, sobretudo nas preparações de base vegetal. Em pratos com leguminosas, procurou-se evitar a perceção de secura ou densidade excessiva através da inclusão de componentes húmidos, cremosos ou crocantes, capazes de tornar a experiência de consumo mais dinâmica. Esta preocupação esteve igualmente presente na escolha de acompanhamentos e métodos de confeção, procurando assegurar que a preparação mantivesse qualidade sensorial mesmo quando produzida em escala.

A apresentação visual foi também integrada como parte do processo criativo, não apenas como elemento estético, mas como fator de predisposição para a prova. A utilização de hortícolas de diferentes cores, a valorização da cor natural de ingredientes como abóbora, batata-doce, curgete ou ervilhas, e a organização dos componentes no prato procuraram reforçar a atratividade das refeições.

Sempre que possível, foram ainda considerados critérios de sazonalidade, disponibilidade e ligação gastronómica ao território. A escolha dos ingredientes procurou articular sustentabilidade ambiental, identidade alimentar e viabilidade operacional, reconhecendo que uma receita só pode ser integrada de forma consistente em restauração coletiva se for simultaneamente sensorialmente

apelativa, tecnicamente reproduzível e compatível com os recursos existentes nas unidades.

Deste modo, o processo criativo desenvolvido ao longo do estágio procurou afastar-se de uma lógica meramente substitutiva. A reformulação das receitas foi entendida como um exercício de composição gastronómica, no qual cada alteração, seja a substituição de uma proteína, o ajuste de uma capitação, a escolha de um acompanhamento ou a introdução de um novo ingrediente vegetal, foi analisada em função do seu impacto no prato como um todo. A sustentabilidade foi, assim, trabalhada não como uma limitação, mas como ponto de partida para criar refeições mais equilibradas, expressivas e adaptadas aos desafios contemporâneos da restauração coletiva.

A gestão das quantidades produzidas constituiu outro elemento relevante do processo. A adequação entre a produção e o consumo efetivo foi considerada fundamental para reduzir o desperdício alimentar, uma vez que desvios entre a procura prevista e a quantidade preparada podem comprometer o desempenho ambiental global das refeições. Neste sentido, a análise das tendências de consumo dos utilizadores e a programação das encomendas assumiram importância particular, sobretudo perante condicionantes como as quantidades mínimas impostas por fornecedores e as limitações de flexibilidade no abastecimento.

A escolha entre ingredientes frescos e congelados foi igualmente ponderada com base em critérios de custo, conservação, sazonalidade, segurança alimentar e

redução de perdas. Em algumas situações, a utilização de produtos congelados revelou vantagens operacionais relevantes, como no caso das ervas aromáticas, em que a versão congelada permitiu aumentar a durabilidade, reduzir desperdícios e simplificar os procedimentos de higienização. De forma semelhante, a utilização de ingredientes frescos durante a época de produção e de congelados fora da sazonalidade contribuiu para maior estabilidade no abastecimento e melhor gestão de recursos.

Durante o desenvolvimento das receitas, verificou-se ainda que algumas opções nutricionalmente interessantes nem sempre apresentavam elevada viabilidade operacional ou sensorial no contexto de restauração coletiva. O arroz integral constitui um exemplo desta limitação, uma vez que, apesar do seu interesse nutricional, apresenta constrangimentos associados ao maior tempo de confeção e à menor aceitação por parte dos consumidores.

A disponibilidade efetiva das matérias-primas nas plataformas de abastecimento condicionou igualmente o processo criativo. A ausência de alguns ingredientes frequentemente associados a padrões alimentares sustentáveis, como bulgur, milheto, trigo-sarraceno e pastinaca, exigiu adaptações e substituições por alternativas disponíveis no sistema de fornecimento analisado. Sempre que possível, privilegiaram-se ingredientes em estado bruto e preparações locais, permitindo maior controlo sobre a composição, a padronização e a segurança alimentar das receitas.

A reformulação também procurou integrar estratégias de valorização alimentar e de redução de desperdício. No caso das carnes, considerou-se a utilização de cortes mais acessíveis e menos valorizados, como a perna de frango, o que contribuiu para uma utilização mais equilibrada do animal e evitou a concentração excessiva do consumo em cortes específicos. De forma semelhante, foi considerada a possibilidade de utilização de produtos descalibrados, particularmente fruta que não cumpre critérios estéticos de comercialização, mas mantém valor nutricional e potencial culinário.

No grupo do pescado, as capitações foram ajustadas tendo em conta características específicas das espécies utilizadas, incluindo presença de cabeça e espinhas, perdas associadas à preparação, textura e percentagem de vidragem em produtos congelados. Estas variáveis influenciam diretamente a quantidade efetivamente consumida e evidenciam a importância de adaptar os critérios de porcionamento às características específicas de cada alimento.

A estimativa da pegada de carbono exigiu ainda algumas adaptações metodológicas, decorrentes da ausência de dados específicos sobre determinados ingredientes nas bases de dados utilizadas. No caso de componentes com contribuição relativa reduzida para o impacto global das preparações, como especiarias, utilizou-se um valor médio comum de pegada de carbono. Esta opção permitiu simplificar o modelo de cálculo sem comprometer significativamente a coerência global dos resultados.

Em determinadas situações, recorreu-se também a ingredientes equivalentes para estimar o impacto ambiental de matérias-primas sem valor específico disponível. Ingredientes como bulgur, cuscuz e tahini foram analisados por meio de aproximações com base em produtos nutricionalmente ou tecnologicamente semelhantes. No caso da mandioca, utilizou-se como referência o valor correspondente à farinha de mandioca, assumindo-se que a diferença de processamento não alteraria substancialmente a ordem de grandeza do impacto ambiental na metodologia aplicada.

Relativamente às bebidas vegetais, considerou-se uma redução média aproximada de 70% da pegada de carbono face ao leite de vaca. Assim, partindo de um valor de referência de 1,43 kg CO_2/kg para o leite de vaca, estimou-se um valor aproximado de 0,429 kg CO_2/kg para as bebidas vegetais utilizadas nas preparações.

Para demonstrar que a reformulação não se limitou à troca direta de ingredientes, organizaram-se as estratégias em quatro eixos operacionais e gastronómicos:

- **Otimização de capitações e reequilíbrio da arquitetura do prato:** Identificação de sobredimensionamento proteico nas fichas técnicas originais (onde a proteína animal chegava a representar 50–60% do peso do prato). Procedeu-se ao ajuste das doses para valores alinhados com as recomendações nutricionais (100–120 g de carne/pescado limpo), compensando o volume e a perceção de saciedade através do aumento da fração hortícola e amilácea complexa (ex.: batata-doce, abóbora, polenta).

- **Reformulação por matrizes híbridas (*blending*):** Em vez da eliminação radical da proteína animal em pratos convencionais, aplicou-se a estratégia de corte e fusão com leguminosas e vegetais (ex.: incorporação de grão-de-bico no caril de peru ou ervilhas na massada de chocos). Esta abordagem reduz a pegada carbónica por dose em 30–50% sem criar a sensação de privação no consumidor omnívoro.
- **Substituição de espécies por equivalência tecnológica e sensorial:** Troca de pescados de elevado impacto e sobre-explorados por espécies pelágicas ou de aquacultura de menor pegada com perfil culinário análogo. O caso paradigmático foi a substituição do alabote por filete de tilápia: reduziu a pegada carbónica para metade (~4,11 vs. >8 kg CO_2e/kg), mantendo um sabor suave, textura firme e ausência total de espinhas, atributo crítico para a aceitação e segurança no setor escolar.
- **Engenharia de textura e familiarização gastronómica:**

  -Combate à secura de leguminosas: Associação de matrizes naturalmente doces e cremosas (abóbora assada e polenta) para amaciar a adstringência e densidade terrosa de lentilhas e feijões.

  - -Formatos de conforto e facilidade de consumo*:* Modelação de fontes vegetais em formatos de aceitação consensual em restauração coletiva (croquetes/bolinhos de feijão), criando contrastes de textura (crosta exterior firme vs. interior macio) e facilitando o empratamento e controlo de porção.
  - Técnicas de preservação de humidade: Uso prioritário de métodos de calor húmido e misto (estufados, caldeiradas e assados em forno

combinado com injeção de vapor), garantindo que os pratos suportam o período regulamentar de retenção a quente (>63 °C por até 2 horas na linha de distribuição) sem ressequir.

6. Plataforma My emissions

A plataforma *My Emissions* foi utilizada no presente trabalho como ferramenta de cálculo da pegada de carbono aplicada aos casos de estudo desenvolvidos fora do contexto direto das ementas da Gertal, nomeadamente o projeto conceptual *Lanla* e o e-book de receitas sustentáveis. A sua utilização permitiu estimar o impacto carbónico das preparações analisadas nesses contextos específicos, recorrendo a uma ferramenta digital orientada para o setor alimentar, a restauração, o catering, a hotelaria e o desenvolvimento de produtos alimentares.

A *My Emissions* é uma plataforma especializada na quantificação, gestão e comunicação das emissões de carbono associadas a produtos, receitas e operações empresariais no setor alimentar. A ferramenta procura transformar dados relacionados com ingredientes, receitas, fornecedores, compras e embalagens em indicadores de emissões de gases com efeito de estufa, permitindo integrar a avaliação ambiental em processos de desenvolvimento de produtos, gestão de menus e comunicação da sustentabilidade.

A metodologia da plataforma segue referenciais internacionalmente reconhecidos, incluindo o *GHG Protocol Product Standard* (25, 26), e considera

diferentes etapas do ciclo de vida alimentar, nomeadamente a produção agrícola, o processamento, a embalagem e o transporte. Os resultados são geralmente expressos em quilogramas de dióxido de carbono equivalente por quilograma de produto alimentar (kg CO_2-eq/kg), permitindo comparar produtos e receitas com base em uma unidade funcional comum na própria plataforma.

Ao nível funcional, a *My Emissions* apresenta uma abordagem orientada para a automatização dos processos de cálculo. A plataforma permite calcular a pegada de carbono de receitas e produtos alimentares, acompanhar indicadores através de *dashboards* e organizar informação por ingredientes, produtos, embalagens, locais operacionais, coleções de produtos e relatórios de emissões.

Um dos aspetos distintivos da plataforma é a sua orientação para a operacionalização da sustentabilidade alimentar. Para além do cálculo numérico da pegada de carbono, a *My Emissions* permite converter os resultados em sistemas simplificados de rotulagem carbónica, utilizando uma escala de classificação de A a E. Esta classificação procura facilitar a interpretação da informação climática por parte dos consumidores e apoiar decisões alimentares mais conscientes em menus, produtos ou plataformas digitais.

Na escala utilizada pela plataforma, os alimentos podem ser classificados nas seguintes categorias:

• A — Muito Baixo: emissões entre 0 e 0,5 kg CO_2-eq/kg de produto;

- B — Baixo: emissões entre 0,6 e 1,5 kg CO_2-eq/kg de produto;
- C — Moderado: emissões entre 1,6 e 3,0 kg CO_2-eq/kg de produto;
- D — Alto: emissões entre 3,1 e 5,5 kg CO_2-eq/kg de produto;
- E — Muito Alto: emissões superiores a 5,5 kg CO_2-eq/kg de produto.

Esta abordagem permite que a pegada de carbono deixe de ser apresentada apenas como um valor técnico isolado, passando também a funcionar como instrumento de comunicação e sensibilização. A utilização de categorias visuais simplificadas pode facilitar a leitura dos resultados por públicos não especializados, tornando a informação ambiental mais acessível e aplicável no contexto da escolha alimentar.

Para além da rotulagem, a plataforma contempla estratégias de envolvimento do consumidor, como menus com classificação carbónica, sistemas de monitorização das emissões evitadas, comparações entre alimentos e equivalentes de transporte, bem como mecanismos de incentivo ao consumo de refeições de menor impacto climático.

A aplicabilidade da *My Emissions* em contexto empresarial é ilustrada por diferentes casos de estudo apresentados pela própria plataforma.



Figura 4. Menu numa das unidades da The Good Eating Company, em Londres. Fonte: My emissions



Figura 4.1 Rotulagem carbónica no restaurante Wahaca. Fonte: *My emissions*



Figura 4.2 Pegada de Carbono de refeições prontas a consumir para marcas como a *Waterstones*, *Dunelm*, *National Trust* e *Shell*. Fonte: *My emissions*

Estes exemplos demonstram o potencial da plataforma como instrumento de apoio ao desenvolvimento de produtos e receitas com menor impacto ambiental. Ao identificar ingredientes ou etapas com maior contribuição para as emissões, a ferramenta pode apoiar chefs, equipas de inovação e responsáveis pela sustentabilidade na tomada de decisões mais informadas, permitindo reformular preparações sem depender apenas de perceções gerais sobre o impacto dos alimentos.

A utilização desta plataforma complementou a metodologia interna aplicada no contexto da Gertal e do projeto TriFootFood, mas não substituiu nem foi utilizada para o cálculo principal das receitas desenvolvidas no estágio.

Durante o desenvolvimento do trabalho, inicialmente foi considerada a possibilidade de comparar os resultados obtidos pela metodologia TriFootFood/Gertal com os valores gerados pela *My Emissions*. Contudo, esta

comparação não se revelou metodologicamente adequada, uma vez que as unidades funcionais, pressupostos de cálculo, limites do sistema e fatores de emissão utilizados não estavam totalmente harmonizados. Assim, os resultados das duas abordagens foram interpretados separadamente, evitando comparações diretas que poderiam levar a interpretações incorretas.

Deste modo, a *My Emissions* foi integrada como ferramenta para os casos de estudo complementares, contribuindo para ampliar a compreensão prática sobre o cálculo, a comunicação e a utilização da pegada de carbono no desenvolvimento de propostas gastronómicas sustentáveis. A sua utilização reforçou a importância de selecionar metodologias coerentes com o objetivo de cada análise e de interpretar os resultados de pegada carbónica sempre à luz dos pressupostos técnicos que lhes dão origem.

7. CarbonCloud como referência metodológica complementar

Embora a plataforma CarbonCloud não tenha sido utilizada para o cálculo da pegada de carbono das receitas desenvolvidas no presente trabalho, a metodologia da plataforma foi analisada como referência complementar para compreender os critérios geralmente considerados na construção de ferramentas de avaliação climática aplicadas a produtos alimentares. Esta análise permitiu aprofundar a interpretação dos pressupostos associados ao cálculo da pegada de carbono, nomeadamente no que respeita à definição dos limites do sistema, à alocação de emissões, à integração do consumo energético, ao transporte, à embalagem, ao processamento e ao tratamento das perdas alimentares.

A CarbonCloud é uma plataforma especializada na avaliação da pegada climática de alimentos e bebidas, desenvolvida com base em referenciais internacionais, como a ISO 14067 e o *GHG Protocol Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard* (26–28).

A abordagem metodológica da plataforma assenta numa Avaliação do Ciclo de Vida de natureza atribucional, na qual as emissões relevantes associadas às diferentes etapas da cadeia de produção são imputadas ao produto analisado. Centra-se exclusivamente na categoria de impacto "alterações climáticas", sem integrar diretamente outras dimensões ambientais ou sociais, como uso de água, eutrofização, perda de biodiversidade, bem-estar animal ou saúde pública. Esta delimitação reforça a necessidade de interpretar a pegada de carbono como um indicador relevante, mas não suficiente, para caracterizar integralmente a sustentabilidade alimentar.

Entre os principais critérios metodológicos considerados pela plataforma, destacam-se:

• **Definição dos limites do sistema**

A definição dos limites do sistema determina quais etapas da cadeia de valor serão incluídas no cálculo. Estas etapas podem abranger a produção agrícola, pecuária, aquícola ou de pesca, a produção de ingredientes não agrícolas, o transporte, o processamento, a embalagem, o armazenamento e a distribuição, consoante a cadeia de abastecimento. Esta definição é particularmente relevante, uma vez que a inclusão ou exclusão de determinadas etapas pode influenciar significativamente o valor final da pegada de carbono.

• **Cálculo das emissões associadas à produção primária**

A estimativa da pegada climática no âmbito da produção agrícola ou pecuária constitui uma das etapas mais complexas do cálculo, por envolver variáveis biológicas, produtivas e geográficas. Fatores como produtividade, utilização de fertilizantes, emissões associadas ao azoto, alterações do uso do solo, consumo de energia na maquinaria agrícola, irrigação e condições regionais podem alterar substancialmente a pegada de um mesmo alimento. A CarbonCloud procura responder a esta complexidade através de uma base de dados agrícola própria, estruturada com base em parâmetros reconhecidos e aplicada de forma consistente a diferentes culturas e regiões.

• **Alocação de emissões entre produto principal e subprodutos**

A alocação corresponde à forma como as emissões de um processo produtivo são distribuídas quando esse processo gera mais de um produto. Este critério é particularmente importante em cadeias produtivas com coprodutos ou subprodutos, como acontece em alguns processos industriais e agroalimentares. A alocação é realizada, de modo geral, com base no valor económico relativo dos produtos gerados.

A título ilustrativo, o exemplo da produção de batatas fritas, em que se utilizam cerca de 3 kg de batatas para obter 1 kg de produto final. Durante este processo, parte da matéria-prima deixa de integrar o produto principal, nomeadamente sob a forma de cascas de batata e de água evaporada. Quando as cascas apresentam

valor económico, por exemplo, através da sua venda para alimentação animal, uma parte das emissões do processo pode ser atribuída a esse subproduto. Pelo contrário, quando os subprodutos não apresentam valor económico relevante, as emissões geradas até essa etapa são atribuídas integralmente ao produto principal. Este exemplo permite compreender que a pegada de carbono final de um alimento não depende apenas dos ingredientes utilizados, mas também da forma como as perdas, os coprodutos e os fluxos secundários são tratados metodologicamente.

• **Integração do consumo energético**

O consumo de energia é considerado nas etapas em que se verifica utilização de eletricidade ou combustíveis, nomeadamente no processamento, transporte, aquecimento, refrigeração, armazenamento e outras operações industriais. A metodologia contempla não apenas as emissões diretas decorrentes da combustão de combustíveis, mas também as emissões associadas à sua produção e distribuição. Esta abordagem permite uma leitura mais abrangente do impacto energético ao longo da cadeia alimentar.

• **Embalagem**

As emissões associadas às embalagens são calculadas considerando os materiais utilizados, os processos necessários à sua produção ou reciclagem e o transporte associado. No caso de materiais reciclados, a metodologia evita a dupla contabilização do carbono incorporado, atribuindo ao material reciclado essencialmente as emissões relativas ao processos de reciclagem e transporte.

Este critério evidencia a importância de considerar a embalagem não apenas como elemento funcional do produto, mas também como componente com impacto climático próprio.

• **Processamento alimentar**

Nos produtos transformados, o cálculo da pegada climática considera os insumos utilizados, as perdas de massa, o consumo de energia e a eventual existência de subprodutos. Esta etapa é particularmente relevante em alimentos sujeitos a transformações industriais ou culinárias, uma vez que processos como cozedura, secagem, trituração, refrigeração ou concentração podem modificar a relação entre a quantidade inicial de matéria-prima e a quantidade final de produto disponível.

• **Perdas alimentares ao longo da cadeia**

A metodologia também considera as perdas alimentares associadas às diferentes etapas da cadeia de abastecimento. Esta integração é relevante porque nem toda a matéria-prima produzida chega efetivamente ao produto final consumível. A inclusão das perdas permite aproximar o cálculo da realidade operacional dos sistemas alimentares e contribui para uma leitura mais completa da eficiência da cadeia produtiva.

• **Transporte e distribuição**

O cálculo das emissões associadas ao transporte considera fatores como a distância percorrida, o tipo de veículo, o consumo de combustível, a utilização da

capacidade de carga e possíveis viagens em vazio. Para além das emissões resultantes do transporte propriamente dito, a metodologia considera também as emissões associadas à produção e distribuição dos combustíveis utilizados. Esta abordagem permite interpretar o transporte de forma mais rigorosa do que uma análise baseada apenas na distância geográfica.

• **Modelação automática dos produtos**

Um dos aspetos distintivos da CarbonCloud é a utilização de modelação automática para gerar estimativas de pegada climática a partir de informação padronizada, como listas de ingredientes, categorias de produto e características da cadeia produtiva. O sistema classifica os produtos em categorias e constrói modelos produtivos com base em pressupostos metodológicos harmonizados. Esta automatização contribui para maior consistência interna entre os produtos avaliados na plataforma.

A análise desta metodologia permitiu compreender que o cálculo da pegada de carbono dos alimentos depende não apenas da existência de fatores de emissão, mas também da forma como esses fatores são definidos, organizados e aplicados. Os elementos descritos influenciam diretamente os valores obtidos e devem ser considerados na interpretação de qualquer resultado de pegada carbónica.

No presente trabalho, esta análise teve uma função exclusivamente interpretativa e de enquadramento técnico.

VI. Resultados alcançados e sua disseminação

8. Atividades desenvolvidas no estágio: diagnóstico operacional e avaliação ambiental das unidades

A compreensão do funcionamento operacional das unidades foi sustentada por meio de visitas técnicas, observação direta dos processos produtivos e interação com profissionais das diferentes áreas envolvidas no serviço alimentar, incluindo equipas de cozinha, nutricionistas, técnicos de qualidade e responsáveis pelo planeamento de ementas. Esta abordagem permitiu enquadrar o desenvolvimento das preparações dentro das limitações e das exigências concretas da produção alimentar em larga escala.

O sistema de abastecimento da empresa assenta numa lógica centralizada, assegurada pela Sogenave, responsável pelo fornecimento de matérias-primas alimentares e não alimentares às diferentes unidades operacionais. Este modelo permite garantir maior consistência na qualidade dos produtos, controlo de custos e rastreabilidade dos ingredientes utilizados, assegurada através de sistemas de registo e verificação à receção das encomendas.

Paralelamente, a gestão das ementas e fichas técnicas é realizada através do sistema digital FIT, uma plataforma que integra funcionalidades relacionadas com o planeamento de menus, a gestão de capitações, o controlo de custos e a previsão de necessidades de abastecimento. A utilização deste sistema permite padronizar

receitas, ajustar as quantidades em função do número de refeições e otimizar o controlo operacional das unidades.

A elaboração de ementas em restauração coletiva envolve a articulação simultânea de múltiplos fatores operacionais, nutricionais e logísticos. Entre os principais critérios considerados destacam-se o perfil do público-alvo, o número de refeições produzidas diariamente, a tipologia da unidade, as condições físicas das cozinhas, a sazonalidade dos ingredientes e a existência de restrições alimentares específicas.

- Colégio Luso-Internacional do Porto — CLIP

As unidades observadas apresentavam características operacionais distintas, refletindo a diversidade de contextos da restauração coletiva. O CLIP, por exemplo, caracteriza-se por uma elevada complexidade organizacional, servindo cerca de 1000 refeições diárias num ambiente multicultural. A diversidade de perfis alimentares, restrições religiosas e alergias exige um elevado grau de adaptação das ementas e um controlo rigoroso dos processos produtivos. Adicionalmente, a unidade distingue-se pela implementação de ciclos de ementas diferenciados para as estações de verão e de inverno, permitindo uma maior adequação da oferta alimentar às características sazonais dos ingredientes, às condições climáticas e às preferências dos consumidores ao longo do ano.

Para além da observação direta da unidade e dos seus processos operacionais, foi realizada uma avaliação da pegada de carbono de 220 preparações incluídas nas

ementas do CLIP (Anexo D). As receitas analisadas foram agrupadas em quatro categorias principais, nomeadamente pratos vegetarianos, pratos de carne, pratos de pescado e refeições de dieta, o que permitiu caracterizar o desempenho ambiental da oferta alimentar disponibilizada pela unidade.

Os resultados obtidos evidenciaram um panorama globalmente favorável em termos de sustentabilidade ambiental. Do total de preparações analisadas, 160 (72,7%) apresentaram classificação verde, 38 (17,3%) classificação amarela e apenas 22 (10,0%) classificação vermelha.

A análise dos resultados permitiu destacar quatro aspetos principais. Em primeiro lugar, verificou-se o predomínio de preparações de baixa pegada carbónica: cerca de 73% dos pratos avaliados foram classificados como verdes, o que demonstra que uma parte significativa da oferta alimentar do CLIP já incorpora práticas alinhadas com princípios de sustentabilidade ambiental.

Em segundo lugar, destacou-se a importância das opções vegetarianas, uma vez que todas as preparações avaliadas obtiveram classificação verde, evidenciando o papel determinante desta categoria na redução do impacto ambiental das ementas e reforçando o potencial das refeições de base vegetal como estratégia de mitigação das emissões associadas à alimentação.

Em terceiro lugar, observou-se maior impacto associado aos pratos de carne. Esta categoria apresentou o maior número de classificações vermelhas, com 13 ocorrências, refletindo o impacto ambiental mais elevado associado, sobretudo, à

utilização de carnes de ruminantes e a determinadas preparações com maior intensidade carbónica.

Por fim, verificou-se variabilidade entre as categorias de pescado e dieta. Os pratos de pescado apresentaram uma distribuição relativamente equilibrada entre classificações verdes e amarelas, sugerindo que o impacto ambiental desta categoria pode variar significativamente em função da espécie utilizada, da origem do produto e do método de captura. Por sua vez, as opções de dieta evidenciaram maior heterogeneidade, com classificações distribuídas entre as três categorias ambientais, o que poderá estar relacionado a necessidades nutricionais específicas e à diversidade de fontes proteicas utilizadas em sua composição.

No seu conjunto, estes resultados permitiram identificar áreas já alinhadas com os objetivos de sustentabilidade, bem como categorias com maior potencial de intervenção. A informação obtida constituiu uma base relevante para o desenvolvimento das etapas subsequentes do estágio, nomeadamente na identificação de oportunidades de reformulação de receitas e na definição de estratégias orientadas para a redução da pegada de carbono das refeições servidas.

- Siemens Gamesa

Foi igualmente realizada uma avaliação da pegada de carbono das preparações incluídas nas ementas da empresa Siemens Gamesa, permitindo caracterizar o

desempenho ambiental da oferta alimentar disponibilizada nesta unidade e identificar oportunidades de melhoria na sustentabilidade das refeições (Anexo E).

A análise incidiu sobre um total de 160 preparações, distribuídas nas categorias carne, pescado, vegetariana e sopa + salada. Os resultados revelaram uma distribuição ambiental mais heterogénea do que a observada no CLIP. Do total de pratos avaliados, 76 (47,5%) apresentaram classificação verde, 41 (25,6%) classificação amarela e 43 (26,9%) classificação vermelha.

A análise por categoria permitiu identificar tendências distintas. As preparações vegetarianas apresentaram o melhor desempenho ambiental, com 34 dos 40 pratos classificados como verdes e os restantes 6 como amarelos. Não foi registada qualquer classificação vermelha nesta categoria, o que evidencia o contributo das refeições de base vegetal para a redução das emissões associadas à alimentação.

As sopas e saladas registaram igualmente resultados muito favoráveis, com 33 preparações classificadas como verdes e apenas 7 como amarelas. Este resultado confirma o reduzido impacto ambiental habitualmente associado a preparações predominantemente vegetais e reforça o potencial destas opções na construção de ementas mais sustentáveis.

Os pratos de carne apresentaram uma distribuição mais variável, com predominância de classificações amarelas e vermelhas. Das 40 preparações

analisadas, 20 foram classificadas como amarelas e 16 como vermelhas, refletindo o maior impacto ambiental geralmente associado à utilização de proteína animal, particularmente em preparações que incluem carnes de maior intensidade carbónica.

Os pratos de pescado constituíram a categoria com maior número de classificações vermelhas, com 27 ocorrências, apresentando simultaneamente 8 classificações amarelas e apenas 5 verdes.

De forma global, os resultados demonstram que a oferta alimentar da Siemens Gamesa apresenta um potencial significativo para redução da pegada de carbono, particularmente através da reformulação de preparações pertencentes às categorias carne e pescado. Em contrapartida, as categorias vegetariana e sopa + salada já evidenciam um desempenho ambiental muito favorável, podendo constituir referências importantes para futuras estratégias de desenvolvimento de ementas mais sustentáveis.

Quando comparados aos resultados obtidos no CLIP, estes dados sugerem que diferentes unidades de restauração coletiva podem apresentar perfis ambientais bastante distintos, reforçando a importância de avaliações individualizadas como suporte à definição de estratégias de melhoria ajustadas à realidade de cada operação.

- Município da Maia

A avaliação das ementas do Município da Maia constituiu um dos exercícios mais interessantes desenvolvidos ao longo do estágio, uma vez que permitiu comparar diretamente o desempenho ambiental de duas opções alimentares disponibilizadas simultaneamente aos consumidores. Ao longo de oito semanas consecutivas, cada dia de ementa integrou uma preparação convencional, baseada em carne, pescado e derivados, e uma alternativa vegetariana, proporcionando uma oportunidade única de analisar o impacto ambiental associado a diferentes escolhas alimentares no mesmo contexto de unidade.

No total, foram avaliadas 80 preparações, correspondentes a 40 pratos de carne ou pescado e 40 alternativas vegetarianas. Esta abordagem permitiu observar não apenas o desempenho ambiental global das ementas, mas também a forma como a disponibilização de uma opção vegetariana influencia o potencial de redução da pegada de carbono das refeições servidas.

Os resultados evidenciaram diferenças significativas entre as duas categorias analisadas. As preparações de carne e pescado apresentaram uma distribuição relativamente heterogénea, com 42,5% dos pratos classificados como verdes, 20,0% como amarelos e 37,5% como vermelhos. Em contraste, as opções vegetarianas apresentaram um desempenho ambiental notavelmente mais favorável, com 97,5% das preparações classificadas como verdes e apenas uma

enquadrada na categoria amarela. Nenhum dos pratos vegetarianos avaliados apresentou classificação vermelha.

Particularmente relevante foi a consistência observada nas preparações vegetarianas ao longo de todo o período analisado. Enquanto as opções convencionais apresentaram elevada variabilidade, oscilando entre valores de pegada de carbono reduzidos e preparações com impacto ambiental muito elevado, as alternativas vegetarianas mantiveram-se sistematicamente associadas a baixos níveis de emissões. Este resultado sugere que a inclusão regular de refeições de base vegetal constitui uma estratégia robusta e previsível para reduzir o impacto ambiental das ementas.

A comparação das médias de pegada de carbono reforça esta tendência. As preparações de carne e de pescado apresentaram uma pegada média de aproximadamente 1,22 kg CO_2-eq por refeição, enquanto as alternativas vegetarianas registaram uma média de cerca de 0,46 kg CO_2-eq. Em termos práticos, estes valores traduzem uma redução média superior a 60% das emissões associadas à escolha da opção vegetariana.

Para além da diferença quantitativa observada, os resultados permitem uma reflexão mais ampla sobre o papel das alternativas vegetarianas na restauração coletiva. O interesse deste exercício reside precisamente no facto de as duas opções coexistirem na mesma ementa, dirigindo-se aos mesmos consumidores e estando disponíveis nas mesmas condições de serviço. Assim, os resultados

demonstram que a redução da pegada de carbono não depende necessariamente da eliminação das opções convencionais, podendo ser promovida através da disponibilização sistemática de alternativas de menor impacto ambiental.

Os resultados obtidos sugerem que estas preparações podem constituir um elemento estratégico na construção de ementas mais sustentáveis, contribuindo para reduzir o impacto ambiental global da operação sem comprometer a diversidade da oferta alimentar.

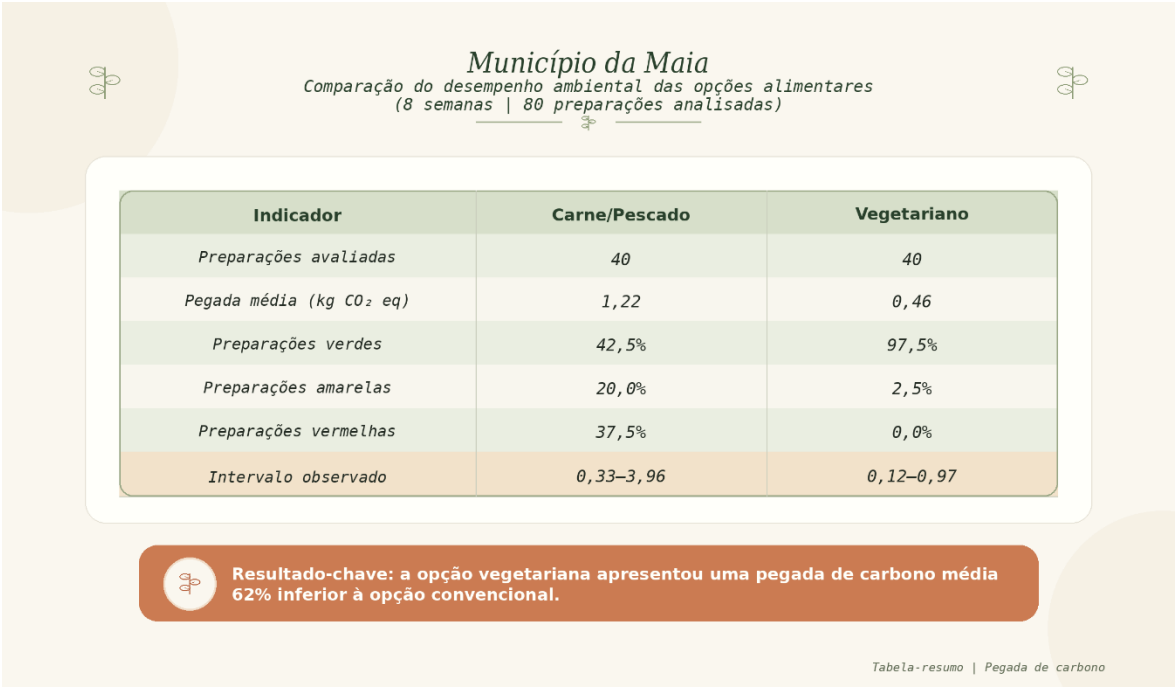


Figura 5. Resultados Município da Maia

- Município da Póvoa de Varzim

Foi igualmente realizada uma avaliação da pegada de carbono das ementas do Município da Póvoa de Varzim, abrangendo um período de quatro semanas consecutivas. À semelhança do exercício desenvolvido para o Município da Maia, cada dia de ementa incluía simultaneamente uma opção convencional, baseada

em carne, pescado ou derivados, e uma alternativa vegetariana, permitindo comparar diretamente o impacto ambiental associado a diferentes escolhas alimentares disponibilizadas aos consumidores.

No total, foram analisadas 40 preparações, correspondentes a 20 pratos de carne ou pescado e 20 alternativas vegetarianas. Esta abordagem permitiu não apenas caracterizar o desempenho ambiental das ementas, mas também avaliar, de forma prática, o potencial das opções de base vegetal como estratégia de redução da pegada de carbono em contexto real.

Os resultados evidenciaram diferenças muito expressivas entre as duas categorias analisadas. As preparações de carne e pescado apresentaram uma pegada de carbono média de aproximadamente 1,60 kg CO_2-eq por refeição, enquanto as alternativas vegetarianas registaram uma média de apenas 0,34 kg CO_2-eq por refeição. Em termos relativos, esta diferença corresponde a uma redução média de cerca de 79% nas emissões associadas à escolha da opção vegetariana.

A análise das classificações ambientais reforça esta tendência. Enquanto as preparações convencionais apresentaram distribuição entre as três categorias de impacto ambiental, incluindo várias classificações vermelhas, todas as preparações vegetarianas foram classificadas na categoria verde. Este resultado assume particular relevância, uma vez que evidencia não apenas um menor impacto ambiental médio, mas também uma elevada consistência do desempenho ambiental das refeições vegetarianas ao longo de todo o período analisado.

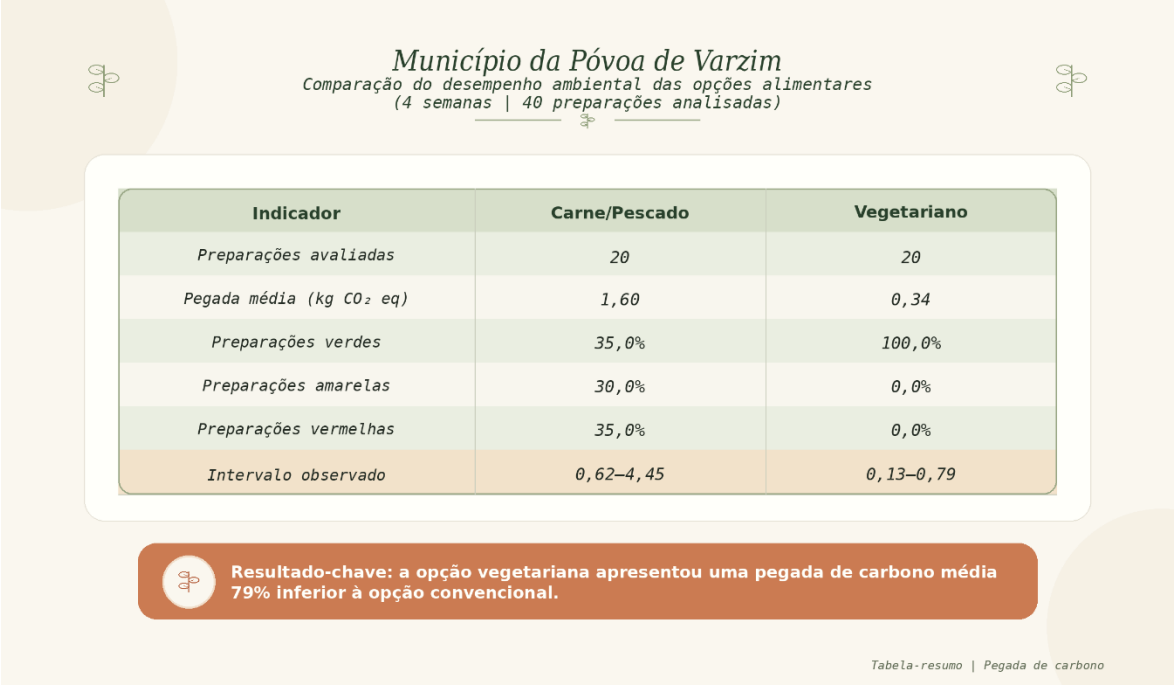
Outro aspeto particularmente relevante prende-se com a variabilidade observada nas preparações convencionais. Embora algumas refeições de carne ou pescado tenham apresentado valores compatíveis com a classificação verde, verificaram-se igualmente preparações com pegadas de carbono muito elevadas, atingindo valores superiores a 4 kg CO_2-eq por refeição. Esta amplitude demonstra que o impacto ambiental das refeições convencionais pode variar significativamente em função dos ingredientes utilizados e da composição geral do prato. Em contraste, as preparações vegetarianas mantiveram valores reduzidos e relativamente estáveis ao longo das quatro semanas avaliadas, revelando um perfil ambiental consistentemente mais favorável.

Particularmente expressivo foi o facto de todas as alternativas vegetarianas avaliadas terem sido classificadas na categoria verde. Este resultado demonstra uma consistência ambiental raramente observada nas restantes categorias alimentares analisadas ao longo do estágio.

Os resultados obtidos na Póvoa de Varzim assumem ainda maior relevância quando analisados em conjunto com os dados recolhidos noutros contextos avaliados durante o estágio. Apesar das diferenças entre municípios, ciclos de ementas e preparações analisadas, verificou-se uma tendência consistente de redução da pegada de carbono associada às opções vegetarianas. Esta convergência de resultados sugere que a inclusão regular de alternativas de base vegetal constitui

uma das estratégias mais eficazes para promover a sustentabilidade em restauração coletiva.

No seu conjunto, os resultados obtidos reforçam a evidência de que pequenas alterações no planeamento das ementas podem traduzir-se em benefícios ambientais significativos.



Município da Póvoa de Varzim

Comparação do desempenho ambiental das opções alimentares
(4 semanas | 40 preparações analisadas)

Indicador	Carne/Pescado	Vegetariano
Preparações avaliadas	20	20
Pegada média (kg CO_2 eq)	1,60	0,34
Preparações verdes	35,0%	100,0%
Preparações amarelas	30,0%	0,0%
Preparações vermelhas	35,0%	0,0%
Intervalo observado	0,62–4,45	0,13–0,79

Resultado-chave: a opção vegetariana apresentou uma pegada de carbono média 79% inferior à opção convencional.

Tabela-resumo | Pegada de carbono

Figura 6. Resultados Município Póvoa de Varzim

- FORVIA

No âmbito das atividades desenvolvidas durante o estágio, foi realizada uma visita à unidade da FORVIA, uma das empresas servidas pela Gertal onde se encontra implementado o conceito “PONTO.”. Esta visita permitiu observar a aplicação

prática de estratégias de comunicação da sustentabilidade alimentar em contexto real de restauração coletiva.

O conceito PONTO. assenta numa abordagem integrada que procura conciliar a qualidade gastronómica, a promoção de hábitos alimentares equilibrados e a sustentabilidade ambiental. Neste contexto, a pegada de carbono das refeições assume um papel relevante não apenas como ferramenta de avaliação interna, mas também como instrumento de comunicação junto dos consumidores.

Durante a visita, foi possível verificar que a informação relativa ao impacto ambiental das refeições está incorporada em diferentes momentos da experiência de consumo. Nas ementas disponibilizadas aos utilizadores, cada preparação é acompanhada por um indicador visual de pegada de carbono, representado através de um sistema de cores verde, amarelo e vermelho, permitindo uma interpretação rápida e intuitiva do impacto ambiental associado a cada opção alimentar. Esta informação encontra-se igualmente disponível junto dos pratos expostos na linha de serviço, facilitando a sua consulta no momento da escolha da refeição.

Paralelamente, a comunicação do projeto é reforçada através de materiais informativos disponibilizados à entrada do restaurante. Estes materiais incluem códigos QR que permitem aos consumidores aceder à informação adicional sobre os objetivos da iniciativa, a metodologia utilizada e a importância da pegada de carbono no contexto da alimentação sustentável. Esta abordagem procura não apenas informar, mas também sensibilizar os consumidores para o impacto

ambiental das suas escolhas alimentares, promovendo uma participação mais ativa e consciente.

A observação desta unidade permitiu compreender como os resultados obtidos através da avaliação da pegada de carbono podem ser traduzidos em ferramentas práticas de comunicação, aproximando conceitos técnicos de sustentabilidade do quotidiano dos consumidores. Este aspeto assume particular relevância no contexto da restauração coletiva, onde a disponibilização de informação clara e acessível pode contribuir para uma maior consciencialização ambiental e para a adoção de escolhas alimentares mais sustentáveis.

- Salvador Caetano

A unidade do grupo Salvador Caetano opera segundo um modelo híbrido, assegurando simultaneamente o serviço interno de refeições e o fornecimento de alimentação a outras instituições. Esta dinâmica implica adaptações constantes das preparações em função das características dos diferentes públicos, nomeadamente ao nível da textura, da digestibilidade e do perfil nutricional das refeições.

Durante o acompanhamento das atividades na unidade Salvador Caetano, foi ainda desenvolvida uma pequena colaboração com o chef Carlos Vieira e a chef Fátima Guetes, no âmbito de um projeto em que ambos estavam envolvidos. Nesta atividade, os chefs desenvolveram duas preparações culinárias, tendo sido prestado apoio na criação do design das respetivas receitas, com o objetivo de

organizar a informação técnica e apresentar os pratos de forma visualmente mais clara, apelativa e coerente com a identidade do projeto (Anexo C).

Ao longo das visitas realizadas, tornou-se evidente que a gestão do desperdício alimentar constitui um dos principais desafios operacionais da restauração coletiva. A dificuldade em prever o número real de consumidores, associada à reduzida adesão aos sistemas de marcação prévia, frequentemente conduz a desequilíbrios entre produção e consumo. Como consequência, algumas unidades recorrem a produtos de reserva ou a preparações ultraprocessadas para responder a variações inesperadas da procura, estratégia que pode comprometer simultaneamente a qualidade nutricional e o desempenho ambiental das refeições.

O destino das sobras alimentares varia consoante a unidade operacional. De forma geral, os alimentos excedentes são descartados, uma vez que, após permanecerem por mais de duas horas na linha de distribuição, deixam de cumprir os critérios de segurança alimentar estabelecidos para reaproveitamento. No entanto, existem situações pontuais em que algumas unidades mantêm parcerias com entidades de apoio social, como a *Refood* e outras associações, o que permite o encaminhamento de determinadas preparações para doação, sempre que as condições de segurança alimentar o permitirem.

Neste contexto, a sustentabilidade alimentar deixa de depender exclusivamente da escolha dos ingredientes e passa também pela eficiência da gestão operacional. Estratégias como a adaptação sazonal das ementas, a otimização das capitações,

a gestão de excedentes e o controlo do desperdício revelam-se determinantes para reduzir o impacto ambiental associado ao serviço alimentar.

9. Análise Sensorial

A validação das preparações desenvolvidas no âmbito do presente trabalho foi realizada através de análise sensorial em contexto real de consumo, permitindo avaliar a resposta dos consumidores em condições próximas das habitualmente encontradas em restauração coletiva. A avaliação sensorial foi conduzida através de um estudo observacional, tendo como principal objetivo analisar a aceitação de refeições desenvolvidas com menor pegada de carbono e compreender o seu potencial de integração em contextos reais de serviço alimentar.

Participaram no estudo consumidores adultos (≥18 anos), não treinados, representativos do público-alvo das unidades envolvidas. A participação foi voluntária e anónima, e os participantes foram previamente informados sobre os objetivos do estudo e as condições de realização da prova. A opção por utilizar consumidores não treinados procurou reproduzir de forma mais fidedigna as condições reais de consumo, privilegiando a recolha da perceção espontânea dos utilizadores finais relativamente às preparações avaliadas.

A avaliação das preparações foi realizada por meio de testes afetivos centrados no consumidor. Para a análise da aceitação global e dos principais atributos sensoriais, foi utilizada uma escala hedónica estruturada de 9 pontos, variando de

“desgostei extremamente” a “gostei extremamente”. Foram avaliados os atributos de sabor, textura, aroma, aspeto visual e a aceitação global de cada preparação.

Complementarmente, foram aplicadas escalas do tipo JAR para avaliar a intensidade global do sabor e o teor de sal. Esta abordagem permitiu identificar desvios em relação ao nível considerado ideal pelos consumidores, fornecendo informação adicional para a interpretação dos resultados e para eventuais ajustes futuros das receitas (3).

O instrumento de recolha de dados aplicado nas duas sessões de análise sensorial, nomeadamente no setor de ensino e no setor empresarial, encontra-se disponível no Apêndice A e integrou questões relacionadas com a intenção de consumo, a perceção do equilíbrio nutricional da refeição, a adequação das quantidades dos diferentes componentes do prato e a influência da informação relativa à pegada de carbono na probabilidade de escolha da preparação. Foram igualmente recolhidos comentários abertos, permitindo aprofundar aspetos relevantes das receitas que dificilmente seriam captados por meio de respostas exclusivamente estruturadas, nomeadamente observações relacionadas com o tempero, a textura, a composição da refeição, a apresentação visual e sugestões de melhoria.

Alguns registos fotográficos das sessões de avaliação sensorial foram organizados para documentar a apresentação das preparações, a disposição das amostras e o

contexto de aplicação dos questionários. Estes registos encontram-se disponíveis no Apêndice B.

A integração da análise sensorial constituiu uma etapa fundamental no processo de desenvolvimento das receitas, permitindo avaliar a aceitação das novas preparações selecionadas pelas entidades clientes. Para além de permitir validar a aceitação das preparações, possibilitou compreender como estratégias de redução da pegada de carbono podem ser implementadas sem comprometer a satisfação dos consumidores. Neste contexto, a avaliação sensorial assumiu um papel central na articulação entre sustentabilidade, qualidade gastronómica e viabilidade de aplicação das preparações no contexto da restauração coletiva, contribuindo para uma abordagem mais integrada ao desenvolvimento de refeições ambientalmente mais sustentáveis.

- **Sessão de análise sensorial em contexto escolar**

A primeira sessão de análise sensorial decorreu no dia 15 de maio de 2026, na Escola Básica Manuel António Pina, localizada em Vila Nova de Gaia, unidade inserida no setor de ensino servido pela Gertal. A sessão integrou o estudo piloto desenvolvido no âmbito do estágio e teve como principal objetivo avaliar a aceitação de preparações desenvolvidas com menor pegada de carbono em contexto real de restauração coletiva.

Foram avaliadas cinco preparações desenvolvidas segundo critérios de sustentabilidade: filete de tilápia com batata-doce e curgete, peru estufado com polenta, massada de chocos, quiche de frango e cogumelos e estufado de lentilhas com abóbora. Todas as preparações apresentavam classificações ambientais enquadradas nas categorias verde e amarela, de acordo com a metodologia de avaliação da pegada de carbono utilizada no estudo.

Participaram na sessão 13 provadores, incluindo trabalhadores da Gertal, elementos da equipa de cozinha e professores da instituição, o que totalizou 65 questionários válidos. A diversidade dos participantes permitiu recolher perceções associadas não apenas ao consumo alimentar, mas também à operacionalização das preparações, incluindo aspetos relacionados com a produção, o serviço e a aceitabilidade potencial das receitas.

A sessão decorreu entre as 15h30 e as 16h30, após o habitual período de almoço. Neste contexto específico, o refeitório encontrava-se reservado exclusivamente para a análise sensorial, apresentando condições favoráveis à realização da prova, nomeadamente, ausência de ruído significativo, boa circulação de ar e ambiente controlado. Estas condições contribuíram para minimizar as interferências externas durante a avaliação sensorial.

Antes do início da sessão, foi realizada uma breve explicação sobre os objetivos do estudo, o enquadramento do projeto e a finalidade da avaliação sensorial.

As cinco preparações foram apresentadas simultaneamente em formato buffet, permitindo aos participantes servir pequenas porções de cada prato de forma autónoma. Os pratos encontravam-se devidamente identificados através de etiquetas com o nome completo de cada preparação, colocadas à frente dos respetivos pratos. As amostras foram apresentadas quentes durante a sessão, com o objetivo de preservar características sensoriais importantes, como textura, aroma e palatabilidade.

Embora a ordem de prova tenha sido livre, foi sugerido aos participantes que iniciassem a avaliação pelo prato "peru estufado com polenta". Esta recomendação esteve relacionada com as características específicas da preparação, uma vez que a polenta tende a sofrer alterações de textura quando arrefece, podendo comprometer parcialmente a experiência sensorial caso fosse provada numa fase mais tardia da sessão.

Após cada prova, os participantes preenchiam individualmente o respetivo questionário de avaliação sensorial antes de avançarem para a preparação seguinte. Esta abordagem permitiu reduzir possíveis interferências associadas à memória sensorial entre as amostras e aproximar a avaliação da perceção imediata do provador para cada preparação.

A opção por apresentar simultaneamente todas as preparações procurou aproximar a sessão das condições reais de consumo na restauração coletiva, permitindo maior liberdade de escolha e interação natural com os alimentos.

Simultaneamente, esta abordagem introduz algumas limitações metodológicas, nomeadamente possíveis efeitos associados à ordem de prova, a comparação direta entre preparações e a influência das preferências individuais dos participantes.

Apesar destas limitações, a sessão permitiu recolher informação relevante sobre a aceitação de refeições com menor impacto ambiental em contexto real de serviço alimentar, contribuindo para compreender o potencial de integração de critérios de sustentabilidade no desenvolvimento de ementas destinadas à restauração coletiva.

Resultados da avaliação dos questionários:

1. Estufado de lentilhas com abóbora



Cálculo da Pegada de Carbono da Receita

Estufado de lentilhas e abóbora com arroz

Código	Matéria-prima	Capitação (g)	kg CO_2-eq/kg	kg CO_2-eq/porção
551110	Abóbora	80,00	0,38	0,03
95	Lentilhas	90,00	0,50	0,05
551112	Cebola	15,00	0,24	0,00
552212	Alho	4,00	0,36	0,00
124890	Azeite	7,00	3,84	0,03
203895	Especiarias (cominhos, paprika...)	2,00	9,19	0,02
602376	Sal iodado	0,50	0,65	0,00
203895	Pimenta	0,30	9,19	0,00
551205	Espinafres congelado	55,00	0,48	0,03
557139	Sumo de limão	5,00	0,30	0,00
573583	Leite de coco	10,00	0,42	0,00
556526	Tomate triturado	15,00	1,17	0,02
572961	Arroz	70,00	2,54	0,18

Pegada de carbono do prato	0,36 kg CO_2-eq/porção

Figura 7. PC do estufado de lentilhas e abóbora com arroz

O estufado de lentilhas com abóbora apresentou uma aceitação global positiva, com uma média de 7,4 pontos numa escala hedónica de 9 pontos. Das 13 avaliações realizadas, oito participantes atribuíram classificações iguais ou superiores a 7, o que corresponde a aproximadamente 61,5% das respostas. Apenas um provador atribuiu uma classificação inferior a 5.

A análise dos atributos sensoriais demonstra que a textura e o aroma constituíram os principais pontos fortes da preparação. Em ambos os casos, observaram-se várias classificações de 8 e 9 pontos, sugerindo uma perceção globalmente

favorável destes atributos. O sabor apresentou igualmente avaliações positivas na maioria dos questionários; contudo, revelou uma maior dispersão de respostas, incluindo algumas classificações intermédias e baixas, o que indica diferentes níveis de apreciação entre os participantes.

Esta tendência é corroborada pelos resultados obtidos por meio da escala *JAR*. Relativamente à intensidade do sabor, sete participantes consideraram que se encontrava "no ponto", enquanto cinco referiram que o sabor era "um pouco fraco" e apenas um o classificou como "um pouco intenso". Em contraste, a intensidade do sal apresentou elevado consenso, tendo praticamente todos os participantes considerado que se encontrava adequada. Estes resultados sugerem que eventuais melhorias futuras deverão centrar-se no reforço do perfil aromático e da complexidade gustativa da preparação, não sendo necessariamente justificável um aumento da quantidade de sal utilizada.

Os comentários qualitativos reforçam esta interpretação. Entre as observações registadas surgem referências à necessidade de "mais sabor" ou de um tempero mais pronunciado, enquanto diversos participantes elogiaram a textura, o equilíbrio do prato e a combinação dos ingredientes.

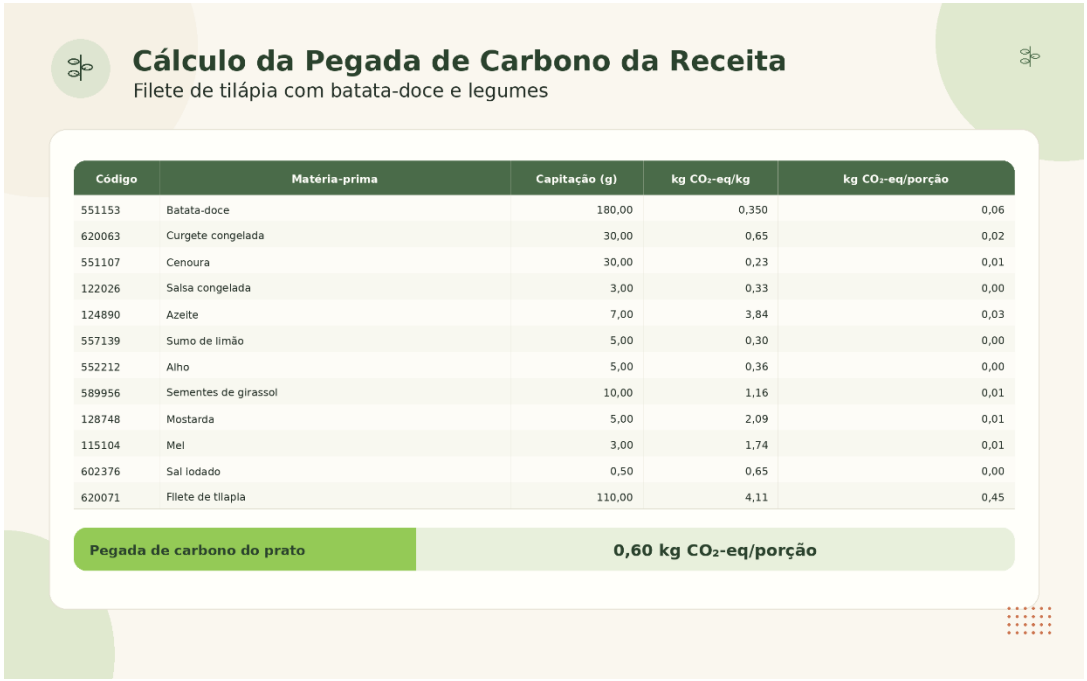
A intenção de consumo apresentou resultados mais heterogéneos do que a aceitação global. Embora vários participantes tenham indicado que consumiriam a preparação novamente, também se verificaram respostas mais moderadas. A análise dos comentários permite verificar que parte desta resistência poderá estar

associada à reduzida familiaridade com as lentilhas como ingrediente principal da refeição. De facto, alguns participantes referiram explicitamente que não apreciam lentilhas, sugerindo que determinadas avaliações menos favoráveis poderão refletir preferências alimentares individuais, e não necessariamente limitações sensoriais da preparação. Do ponto de vista gastronómico, a combinação de lentilhas com abóbora procurou equilibrar a densidade terrosa e proteica da leguminosa com a doçura natural, a cor e a textura macia da abóbora. Esta articulação procurou construir uma preparação vegetal mais cremosa, reduzindo a perceção de secura frequentemente associada a pratos de leguminosas. A presença da abóbora funcionou ainda como elemento de familiarização sensorial, suavizando o perfil gustativo das lentilhas e tornando a preparação mais acessível a consumidores menos habituados a refeições integralmente vegetais.

Outro aspeto relevante prende-se com a perceção do equilíbrio nutricional da refeição. A maioria dos participantes classificou o prato como equilibrado ou muito equilibrado. No entanto, alguns questionários indicaram a perceção de uma quantidade insuficiente de proteína. Considerando que as lentilhas constituem uma importante fonte proteica de origem vegetal, este resultado poderá refletir associações frequentemente observadas entre proteínas e alimentos de origem animal, constituindo um aspeto relevante na discussão sobre a aceitação de refeições mais sustentáveis.

De forma geral, os resultados obtidos demonstram que uma preparação integralmente vegetal pode alcançar níveis de aceitação positivos. Apesar de algumas oportunidades de melhoria na intensidade do sabor e na familiaridade dos consumidores com as leguminosas, o estufado de lentilhas com abóbora evidenciou potencial para integrar ementas sustentáveis sem comprometer a satisfação global dos participantes.

2. Filete de tilápia com batata-doce e curgete



Cálculo da Pegada de Carbono da Receita

Filete de tilápia com batata-doce e legumes

Código	Matéria-prima	Capitação (g)	kg CO_2-eq/kg	kg CO_2-eq/porção
551153	Batata-doce	180,00	0,350	0,06
620063	Curgete congelada	30,00	0,65	0,02
551107	Cenoura	30,00	0,23	0,01
122026	Salsa congelada	3,00	0,33	0,00
124890	Azeite	7,00	3,84	0,03
557139	Sumo de limão	5,00	0,30	0,00
552212	Alho	5,00	0,36	0,00
589956	Sementes de girassol	10,00	1,16	0,01
128748	Mostarda	5,00	2,09	0,01
115104	Mel	3,00	1,74	0,01
602376	Sal iodado	0,50	0,65	0,00
620071	Filete de tilapia	110,00	4,11	0,45

Pegada de carbono do prato **0,60 kg CO_2-eq/porção**

Figura 8. PC do filete de tilápia com batata-doce e legumes

O filete de tilápia com batata-doce e curgete apresentou uma aceitação global positiva, registando uma média de 7,8 pontos numa escala hedónica de 9 pontos. Das 12 avaliações válidas recolhidas, nove participantes atribuíram classificações

iguais ou superiores a 7, o que corresponde a aproximadamente 75% das respostas. Estes resultados sugerem uma boa aceitação da preparação em contexto de restauração coletiva.

Relativamente aos atributos sensoriais, o aspeto visual destacou-se como um dos pontos mais fortes da preparação, com classificações predominantemente de 8 e 9 pontos. A textura e o aroma foram igualmente bem avaliados pela maioria dos participantes, evidenciando uma perceção globalmente favorável do prato. O sabor apresentou avaliações maioritariamente positivas, embora com alguma variabilidade entre os provadores.

A análise das escalas *JAR* revelou resultados menos consensuais quanto à intensidade do sabor. Sete participantes consideraram que esta se encontrava "no ponto", enquanto três a classificaram como "um pouco fraca" e outros três como "um pouco intensa". Estes resultados sugerem que, embora a preparação tenha sido globalmente bem aceite, poderá haver margem para otimizar o perfil aromático, de forma a responder a diferentes preferências individuais.

No que respeita à intensidade do sal, a maioria dos participantes considerou que a intensidade se encontrava adequada. No entanto, verificaram-se algumas referências a um teor ligeiramente elevado, tanto nas respostas *JAR* como nos comentários qualitativos, sugerindo que este poderá constituir um aspeto a monitorizar em futuras reformulações.

Os comentários recolhidos permitiram identificar observações particularmente interessantes relativas aos componentes vegetais do prato. Enquanto alguns participantes destacaram positivamente a textura crocante da curgete e a qualidade da batata-doce, outros manifestaram preferência por hortícolas mais cozidas. Esta diversidade de opiniões evidencia diferentes expectativas quanto à textura dos vegetais, sem comprometer a aceitação global da preparação.

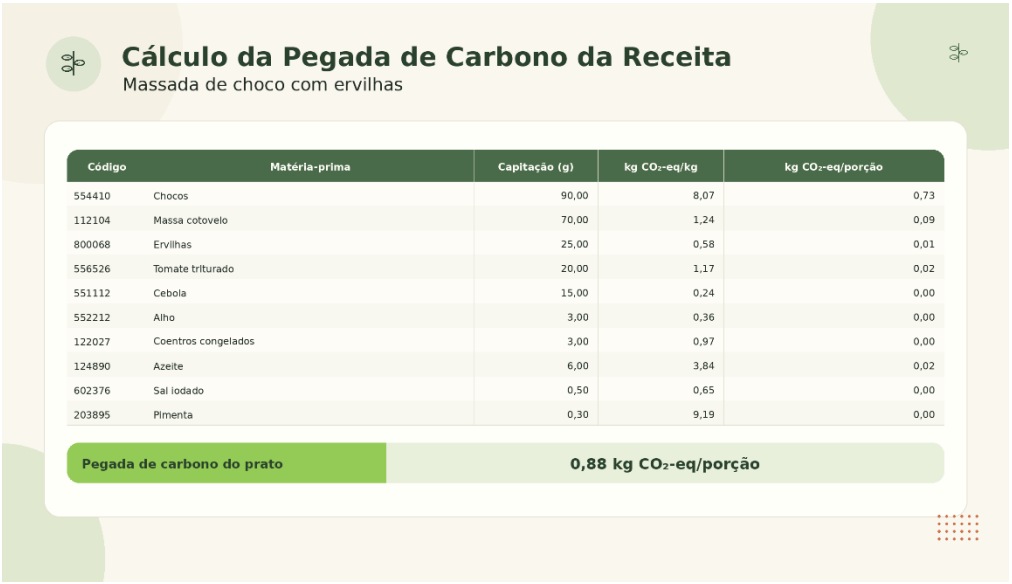
A intenção de consumo apresentou resultados favoráveis, com a maioria dos participantes a indicar que escolheria o prato caso estivesse disponível no refeitório onde habitualmente realiza as suas refeições. Este resultado sugere que a boa avaliação sensorial também se traduz numa predisposição efetiva para o consumo da preparação.

Quanto ao equilíbrio nutricional, observou-se um elevado consenso entre os participantes. A maioria classificou a refeição como equilibrada ou muito equilibrada, considerando adequadas as quantidades de proteína, de acompanhamento e de hortícolas. Este resultado é particularmente relevante, uma vez que demonstra que a reformulação orientada para a sustentabilidade não comprometeu a perceção de completude e equilíbrio da refeição.

De forma geral, os resultados obtidos demonstram que o filete de tilápia com batata-doce e curgete conseguiu combinar uma pegada de carbono reduzida com elevados níveis de aceitação sensorial. A boa avaliação global, associada à elevada intenção de consumo e à perceção positiva do equilíbrio da refeição, evidencia o

potencial desta preparação para a sua integração em ementas sustentáveis de restauração coletiva.

3. Massada de chocos e ervilhas



Cálculo da Pegada de Carbono da Receita

Massada de choco com ervilhas

Código	Matéria-prima	Capitação (g)	kg CO_2-eq/kg	kg CO_2-eq/porção
554410	Chocos	90,00	8,07	0,73
112104	Massa cotovelo	70,00	1,24	0,09
800068	Ervilhas	25,00	0,58	0,01
556526	Tomate triturado	20,00	1,17	0,02
551112	Cebola	15,00	0,24	0,00
552212	Alho	3,00	0,36	0,00
122027	Coentros congelados	3,00	0,97	0,00
124890	Azeite	6,00	3,84	0,02
602376	Sal iodado	0,50	0,65	0,00
203895	Pimenta	0,30	9,19	0,00

Pegada de carbono do prato **0,88 kg CO_2-eq/porção**

Figura 9. PC da massada de choco com ervilhas

A massada de chocos e ervilhas apresentou uma avaliação global média de 8,0 pontos numa escala hedónica de 9 pontos. Das 13 avaliações realizadas, 12 participantes atribuíram classificações iguais ou superiores a 7, o que corresponde a aproximadamente 92,3% das respostas. Apenas um participante atribuiu uma classificação inferior a esse valor, o que evidencia uma aceitação global muito positiva da preparação.

A análise dos atributos sensoriais revelou resultados igualmente favoráveis. O sabor, a textura, o aroma e o aspeto visual obtiveram predominantemente

classificações de 8 e 9 pontos, o que demonstra uma apreciação consistente dos diferentes componentes sensoriais da refeição. Entre estes atributos, destacaram-se particularmente o aroma e a textura, que apresentaram altos níveis de concordância entre os participantes.

Os resultados obtidos por meio da escala *JAR* reforçam esta interpretação. A maioria dos participantes considerou que a intensidade global do sabor se encontrava "no ponto", verificando-se apenas algumas respostas isoladas que a classificaram como ligeiramente intensa ou ligeiramente fraca. Relativamente ao teor de sal, observou-se consenso total entre os participantes, tendo todas as respostas indicado que este se encontrava adequado. Este resultado sugere que o equilíbrio de tempero da preparação foi alcançado globalmente.

A intenção de consumo também apresentou uma tendência favorável. A maioria dos participantes indicou que escolheria a preparação caso esta estivesse disponível no refeitório onde habitualmente realiza as suas refeições, reforçando a correspondência entre a avaliação sensorial positiva e a predisposição para o consumo efetivo do prato.

Os comentários qualitativos permitiram complementar a interpretação dos resultados. As sugestões de melhoria apresentadas centraram-se sobretudo em aspetos pontuais, como o aumento da quantidade de molho ou o reforço de determinados elementos aromáticos, nomeadamente através da adição de coentros, que consta na receita, mas não foi adicionado no prato testado

provavelmente por questões de disponibilidade no momento da preparação. Importa ainda destacar que um dos participantes referiu explicitamente não apreciar habitualmente preparações deste tipo, reconhecendo que essa preferência pessoal poderia ter influenciado parcialmente a sua avaliação. Este aspeto sugere que algumas classificações menos favoráveis poderão estar associadas a hábitos alimentares individuais, e não necessariamente a limitações na preparação.

De forma geral, a massada de chocos e ervilhas destacou-se pela combinação de elevada aceitação sensorial, bom equilíbrio de sabor e forte predisposição ao consumo futuro. Os resultados obtidos demonstram o potencial desta preparação para integrar ementas de menor impacto ambiental, mantendo simultaneamente níveis elevados de satisfação entre os consumidores.

Nesta receita, a decisão gastronómica centrou-se na construção de um prato de matriz familiar, próximo das preparações tradicionais portuguesas de massa com pescado ou cefalópodes. A utilização de ervilhas permitiu reforçar a componente vegetal, acrescentando doçura, cor e contraste textural, enquanto o choco contribuiu com sabor marinho e textura firme. A presença de molho foi considerada essencial para assegurar suculência, envolver a massa e garantir maior integração entre os componentes do prato.

Adicionalmente, a elevada aceitação observada sugere que preparações inspiradas em receitas tradicionalmente familiares aos consumidores continuam a apresentar

forte potencial de integração em estratégias de reformulação sustentável, desde que sejam preservados os atributos sensoriais valorizados pelos utilizadores. Este resultado reforça a importância de desenvolver alternativas ambientalmente mais sustentáveis, sem comprometer os elementos gastronómicos associados à identidade e à familiaridade dos pratos.

4. Peru estufado com polenta



Cálculo da Pegada de Carbono da Receita

Peru estufado com polenta

Código	Matéria-prima	Capitação (g)	kg CO_2-eq/kg	kg CO_2-eq/porção
553091	Peito de Peru (em tiras)	120,00	5,11	0,61
599889	Sêmola de milho	60,00	0,52	0,03
556526	Tomate triturado	25,00	1,17	0,03
551107	Cenoura	30,00	0,23	0,01
552313	Louro	1,00	0,85	0,00
551112	Cebola	15,00	0,24	0,00
124890	Azeite	5,00	3,84	0,02
602376	Sal iodado	0,50	0,65	0,00
203895	Pimenta	0,30	9,19	0,00
557139	Sumo de limão	5,00	0,30	0,00
552212	Alho	3,00	0,36	0,00

Pegada de carbono do prato — **0,71 kg CO_2-eq/porção**

Figura 10. PC do Peru estufado com polenta

O peru estufado com polenta apresentou a avaliação global mais elevada entre as preparações analisadas na sessão realizada em contexto escolar, registando uma média de 8,3 pontos numa escala hedónica de 9 pontos. Todas as avaliações

obtidas foram iguais ou superiores a 7 pontos, o que evidencia uma aceitação extremamente positiva da preparação entre os participantes.

A análise dos atributos sensoriais revelou resultados igualmente favoráveis. O sabor destacou-se como um dos principais pontos fortes do prato, com classificações predominantemente de 9 pontos. O aroma e o aspeto visual obtiveram também avaliações muito positivas, enquanto a textura registou classificações ligeiramente mais heterogéneas, embora mantendo valores globalmente elevados. Estes resultados sugerem uma apreciação consistente dos diferentes componentes sensoriais da preparação.

Os resultados obtidos por meio da escala *JAR* reforçam esta interpretação. A maioria dos participantes considerou que a intensidade global do sabor se encontrava "no ponto", verificando-se apenas algumas referências isoladas a uma intensidade ligeiramente elevada. Relativamente ao teor de sal, embora a maioria dos participantes o tenha considerado adequado, alguns participantes identificaram uma perceção de excesso de sal, aspeto igualmente referido nos comentários qualitativos. Este resultado sugere uma possível oportunidade de ajuste em futuras reformulações, sem comprometer a aceitação global da preparação.

A intenção de consumo apresentou igualmente resultados favoráveis, verificando-se uma predominância de respostas positivas relativamente à possibilidade de escolher o prato caso estivesse disponível no refeitório. Este resultado demonstra

que a apreciação sensorial observada também se traduz numa predisposição efetiva para o consumo da refeição.

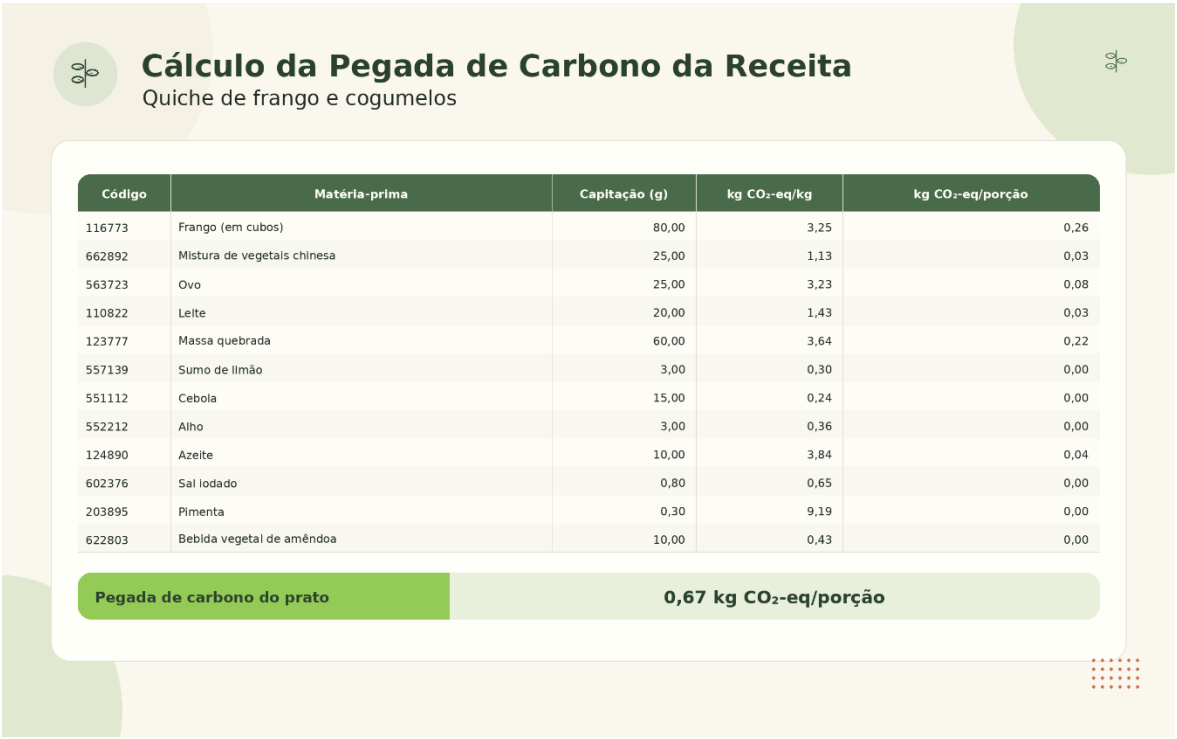
A análise dos comentários permitiu identificar um padrão particularmente relevante. Ao contrário do observado noutros pratos, as principais sugestões de melhoria não se centraram nos atributos sensoriais da preparação, mas sim na composição da refeição. Diversos participantes referiram à necessidade de introduzir salada ou outros hortícolas de acompanhamento, observação que se encontra em concordância com as respostas relativas ao equilíbrio nutricional do prato. De facto, vários participantes consideraram a quantidade de hortícolas insuficiente ou muito reduzida, apesar de avaliarem positivamente os restantes componentes da refeição.

No entanto, no dia a dia, nas unidades escolares e empresariais, a salada encontra-se regularmente disponível como componente complementar da refeição. De forma geral, esta pode ser servida em prato individual e habitualmente é composta por três variedades de hortícolas, como alface, tomate, pepino, milho ou cenoura. Em unidades empresariais de maior dimensão, a disponibilização pode ocorrer através de ilhas de saladas em regime de autosserviço, permitindo que os consumidores selecionem livremente os componentes e quantidades pretendidas. Esta prática contribui para aumentar a diversidade vegetal da refeição e adaptar à oferta às preferências individuais dos consumidores, sendo assim, esta componente não foi integrada no estudo, mas está incluída no serviço prestado aos clientes pela Gertal.

De forma geral, os resultados obtidos demonstram que o peru estufado com polenta conseguiu combinar elevada aceitação sensorial, forte intenção de consumo e boa perceção da qualidade global da refeição.

Importa ainda salientar que esta preparação apresentou a classificação média mais elevada da sessão, apesar de incluir a polenta como alternativa aos acompanhamentos mais frequentemente utilizados no contexto da restauração coletiva. A escolha da polenta como acompanhamento procurou introduzir uma alternativa aos acompanhamentos mais recorrentes em restauração coletiva, como arroz, massa ou batata, sem comprometer a familiaridade e a sensação de conforto associadas ao prato. Do ponto de vista gastronómico, a textura cremosa da polenta permite equilibrar a estrutura fibrosa da carne de peru estufada, funcionando como elemento de ligação entre a proteína e o molho. Esta combinação contribui para uma perceção de prato mais completo, quente e reconfortante, mantendo simultaneamente viabilidade operacional em produção coletiva. Este resultado sugere que a introdução de ingredientes ou acompanhamentos menos convencionais não constitui necessariamente uma barreira à aceitação dos consumidores, desde que sejam integrados de forma harmoniosa numa preparação sensorialmente equilibrada.

5. Quiche de frango e cogumelos



Cálculo da Pegada de Carbono da Receita

Quiche de frango e cogumelos

Código	Matéria-prima	Capitação (g)	kg CO_2-eq/kg	kg CO_2-eq/porção
116773	Frango (em cubos)	80,00	3,25	0,26
662892	Mistura de vegetais chinesa	25,00	1,13	0,03
563723	Ovo	25,00	3,23	0,08
110822	Leite	20,00	1,43	0,03
123777	Massa quebrada	60,00	3,64	0,22
557139	Sumo de limão	3,00	0,30	0,00
551112	Cebola	15,00	0,24	0,00
552212	Alho	3,00	0,36	0,00
124890	Azeite	10,00	3,84	0,04
602376	Sal iodado	0,80	0,65	0,00
203895	Pimenta	0,30	9,19	0,00
622803	Bebida vegetal de amêndoa	10,00	0,43	0,00

Pegada de carbono do prato **0,67 kg CO_2-eq/porção**

Figura 11. PC do Quiche de frango e cogumelos

A quiche de frango e cogumelos apresentou uma aceitação global média de 6,7 pontos numa escala hedónica de 9 pontos, o que corresponde ao valor mais baixo entre as preparações avaliadas na sessão realizada em contexto escolar. Apesar disso, cerca de 69,2% dos participantes atribuíram classificações iguais ou superiores a 7 pontos, evidenciando aceitação positiva por parte de uma parcela significativa dos provadores. No entanto, verificaram-se também algumas avaliações muito baixas, o que reflete uma maior heterogeneidade nas perceções dos participantes relativamente a esta preparação.

A análise dos atributos sensoriais revelou um padrão particularmente interessante. O aspeto visual foi consistentemente bem avaliado, registando-se predominantemente classificações de 8 e 9 pontos, mesmo entre participantes que atribuíram classificações reduzidas à aceitação global. Este resultado sugere que a aparência da preparação não constituiu um fator limitante para a sua apreciação. Em contraste, os atributos sabor e aroma apresentaram uma variabilidade significativamente superior, incluindo algumas avaliações muito baixas, indicando que a principal limitação da preparação situou-se ao nível da experiência gustativa e aromática.

Os resultados obtidos por meio da escala *JAR* reforçam esta interpretação. Embora vários participantes tenham considerado a intensidade do sabor adequada, observaram-se diversas referências a um sabor excessivamente intenso. Em contrapartida, a intensidade do sal foi geralmente considerada adequada, sugerindo que as críticas registadas não estiveram associadas ao teor de sal da preparação.

A análise qualitativa dos comentários permitiu identificar um padrão muito consistente entre os participantes. Diversos provadores referiram a presença de um sabor adocicado indesejado, associando-o à utilização de bebidas vegetais na formulação da receita. Comentários como “retirar o leite de soja”, “retirar o leite de amêndoa” ou “substituir o leite” surgiram repetidamente ao longo dos questionários, acompanhados de referências a um sabor excessivamente doce. A

frequência destas observações sugere que a utilização deste ingrediente influenciou significativamente a perceção sensorial da preparação.

Este resultado assume particular relevância no contexto do desenvolvimento de receitas mais sustentáveis. Embora a substituição de ingredientes convencionais por alternativas de menor impacto ambiental possa contribuir para a redução da pegada de carbono das refeições, os resultados obtidos demonstram que estas alterações devem ser cuidadosamente avaliadas do ponto de vista sensorial, de forma a garantir que não comprometem a aceitação por parte dos consumidores.

Mais do que a simples substituição de ingredientes, os resultados sugerem que o sucesso de uma reformulação sustentável depende da forma como os novos componentes são integrados na matriz sensorial da preparação. Neste caso específico, a recorrência das observações relacionadas ao sabor adocicado associado às bebidas vegetais evidencia que a redução do impacto ambiental deve ser acompanhada de um processo de validação sensorial rigoroso, capaz de assegurar a manutenção das características organoléticas expectáveis para o consumidor.



Figura 12. Resumo dos resultados da sessão escolar

- **Sessão de análise sensorial em contexto empresarial**

A segunda sessão de análise sensorial decorreu no dia 22 de maio de 2026, nas instalações da Mota-Engil, localizadas no Porto, unidade inserida no setor empresarial servido pela Gertal.

Foram avaliadas cinco preparações desenvolvidas segundo critérios de sustentabilidade: bolinho de feijão, caril de peru com arroz de coco, jardineira de tilápia, paella de peixe e peru estufado com polenta. Todas as preparações apresentavam classificações ambientais enquadradas na categoria verde, com exceção do caril de peru com arroz de coco, que apresentava classificação

amarela segundo a metodologia de avaliação da pegada de carbono utilizada no estudo.

Participaram na sessão 15 provadores, todos pertencentes à Gertal, incluindo elementos da equipa de cozinha. Devido a constrangimentos profissionais, um dos participantes teve de se ausentar antes da conclusão da prova, não tendo avaliado as preparações “caril de peru com arroz de coco” e “peru estufado com polenta”. Como resultado, foram obtidos 73 questionários válidos para análise.

Os participantes foram igualmente informados de que as preparações avaliadas tinham sido desenvolvidas com o objetivo de reduzir a pegada de carbono das refeições, procurando simultaneamente assegurar a qualidade sensorial, a adequação nutricional e a viabilidade operacional em contexto de restauração coletiva.

Ao contrário da sessão realizada na Escola Básica Manuel António Pina, onde todas as preparações foram disponibilizadas simultaneamente em formato buffet, nesta unidade optou-se por uma apresentação sequencial das amostras. Cada preparação foi servida individualmente, já empratada, seguindo uma ordem previamente definida. Esta abordagem permitiu assegurar maior uniformidade na apresentação das amostras e um controlo mais consistente das condições de prova entre os participantes.

Após a prova de cada preparação, os participantes preenchiam individualmente o respetivo questionário de avaliação sensorial antes da apresentação da amostra seguinte. Este procedimento permitiu recolher a perceção imediata dos provadores relativamente a cada prato, reduzindo potenciais interferências associadas à memória sensorial e à comparação simultânea entre diferentes preparações.

A sessão decorreu no período habitual de almoço da unidade. Inicialmente, a avaliação sensorial estava prevista para ocorrer após o serviço regular de refeições, à semelhança do que havia acontecido na sessão anterior. Contudo, por razões operacionais, a realização da prova foi alterada para o horário de almoço numa fase muito próxima da sua implementação.

Esta alteração representou um desafio adicional para a equipa de cozinha, uma vez que a preparação das amostras decorreu em simultâneo com o serviço habitual prestado aos utilizadores da unidade. Segundo o feedback da chef responsável, esta situação dificultou a gestão das tarefas de produção, particularmente por se tratar de preparações novas que exigiam um período prévio de planeamento e de adaptação dos processos de confeção.

Adicionalmente, as fichas técnicas das receitas foram disponibilizadas num período relativamente próximo da data de realização da sessão, o que limitou o tempo disponível para estudo prévio das preparações. A responsável pela cozinha referiu que uma maior antecedência na disponibilização da informação teria permitido uma melhor familiarização com as receitas e uma otimização adicional

da sua execução. Ainda assim, apesar destes constrangimentos, a equipa conseguiu assegurar a produção das amostras e a realização da sessão em condições consideradas satisfatórias.

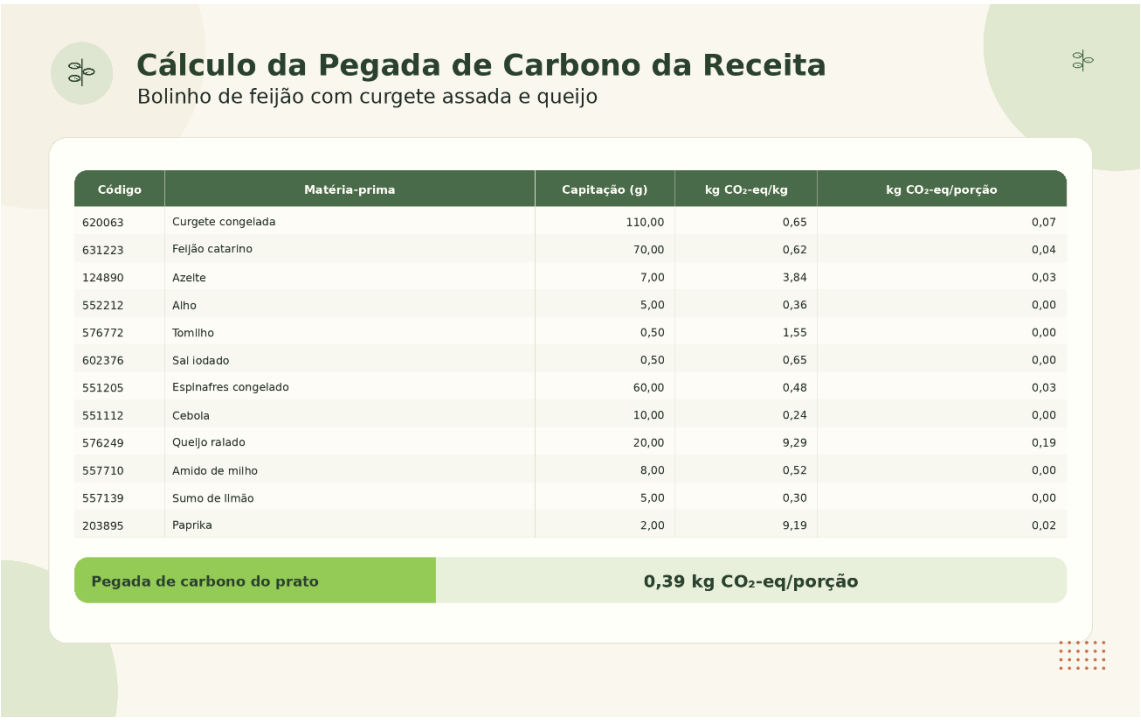
Relativamente ao ambiente de prova, esta sessão apresentou diferenças importantes face à realizada em contexto escolar. Por decorrer durante o horário normal de almoço, o espaço manteve-se em funcionamento para os restantes utilizadores da unidade, o que originou maior circulação de pessoas e níveis de ruído superiores aos observados na primeira sessão. Consequentemente, as condições ambientais não foram tão controladas como as verificadas na escola, onde o espaço estava reservado exclusivamente à análise sensorial.

Apesar destas limitações, a realização da sessão em pleno funcionamento do serviço permitiu reproduzir de forma particularmente fiel as condições reais de consumo existentes no contexto empresarial. Esta característica constitui simultaneamente uma limitação metodológica e uma mais-valia do estudo, uma vez que possibilitou avaliar a aceitação das preparações sustentáveis num ambiente representativo da realidade operacional da restauração coletiva.

De forma global, esta sessão permitiu complementar os resultados obtidos no contexto escolar, contribuindo para uma compreensão mais abrangente da aceitação de refeições reformuladas com menor impacto ambiental em dois dos principais setores de atuação da Gertal: o ensino e o segmento empresarial.

Resultados da avaliação dos questionários:

1. Bolinhos de feijão



Cálculo da Pegada de Carbono da Receita

Bolinho de feijão com curgete assada e queijo

Código	Matéria-prima	Capitação (g)	kg CO_2-eq/kg	kg CO_2-eq/porção
620063	Curgete congelada	110,00	0,65	0,07
631223	Feijão catarino	70,00	0,62	0,04
124890	Azeite	7,00	3,84	0,03
552212	Alho	5,00	0,36	0,00
576772	Tomilho	0,50	1,55	0,00
602376	Sal iodado	0,50	0,65	0,00
551205	Espinafres congelado	60,00	0,48	0,03
551112	Cebola	10,00	0,24	0,00
576249	Queijo ralado	20,00	9,29	0,19
557710	Amido de milho	8,00	0,52	0,00
557139	Sumo de limão	5,00	0,30	0,00
203895	Paprika	2,00	9,19	0,02

Pegada de carbono do prato **0,39 kg CO_2-eq/porção**

Figura 13. PC do bolinho de feijão com curgete assada e queijo

Os bolinhos de feijão apresentaram uma aceitação global muito positiva, com uma média de 8,3 pontos numa escala hedónica de 9 pontos. A análise foi realizada com base em 14 respostas válidas, devido à ausência de resposta de um participante nesta variável. Todas as avaliações recolhidas foram iguais ou superiores a 7 pontos, evidenciando uma aceitação extremamente favorável da preparação por parte dos participantes.

A análise dos atributos sensoriais revelou resultados bastante consistentes. O sabor, o aroma, a textura e o aspeto visual obtiveram predominantemente classificações de 8 e 9 pontos, o que demonstra uma apreciação globalmente positiva da preparação. Entre estes atributos, o sabor e o aroma destacaram-se pela elevada concordância entre os participantes, sugerindo que a formulação da receita foi eficaz na valorização das características organoléticas do prato.

Os resultados obtidos por meio da escala *JAR* reforçam esta interpretação. A quase totalidade dos participantes considerou que a intensidade global do sabor se encontrava "no ponto", verificando-se igualmente consenso quanto ao teor de sal, que foi unanimemente classificado como adequado. Estes resultados sugerem um bom equilíbrio do perfil gustativo da preparação.

A intenção de consumo apresentou igualmente resultados favoráveis, verificando-se uma predominância de respostas positivas relativamente à possibilidade de escolher o prato no contexto habitual do refeitório. Paralelamente, a maioria dos participantes indicou que a informação sobre a menor pegada de carbono aumentaria a probabilidade de seleção da preparação, evidenciando uma recetividade positiva à integração de critérios ambientais na oferta alimentar.

A análise dos comentários permitiu identificar algumas oportunidades de melhoria. As sugestões mais frequentes relacionaram-se com a apresentação visual da preparação, mencionada por vários participantes, bem como com aspetos associados à textura e à necessidade de um elemento complementar de

acompanhamento. Foram igualmente registadas observações relativas à suculência da preparação e à possibilidade de inclusão de componentes como cuscuz, arroz de coco ou outros acompanhamentos, capazes de reforçar a perceção de completude da refeição.

Neste prato, a leguminosa foi trabalhada numa forma culinária familiar e de fácil consumo, aproximando-se da lógica de croquete, formatos geralmente bem aceites em restauração coletiva. Esta estratégia permitiu valorizar o feijão como fonte proteica vegetal sem o apresentar apenas em formato tradicional de estufado ou acompanhamento. Do ponto de vista sensorial, a forma moldada favorece a perceção de unidade no prato, facilita o serviço e permite explorar contrastes entre exterior mais firme e interior macio.

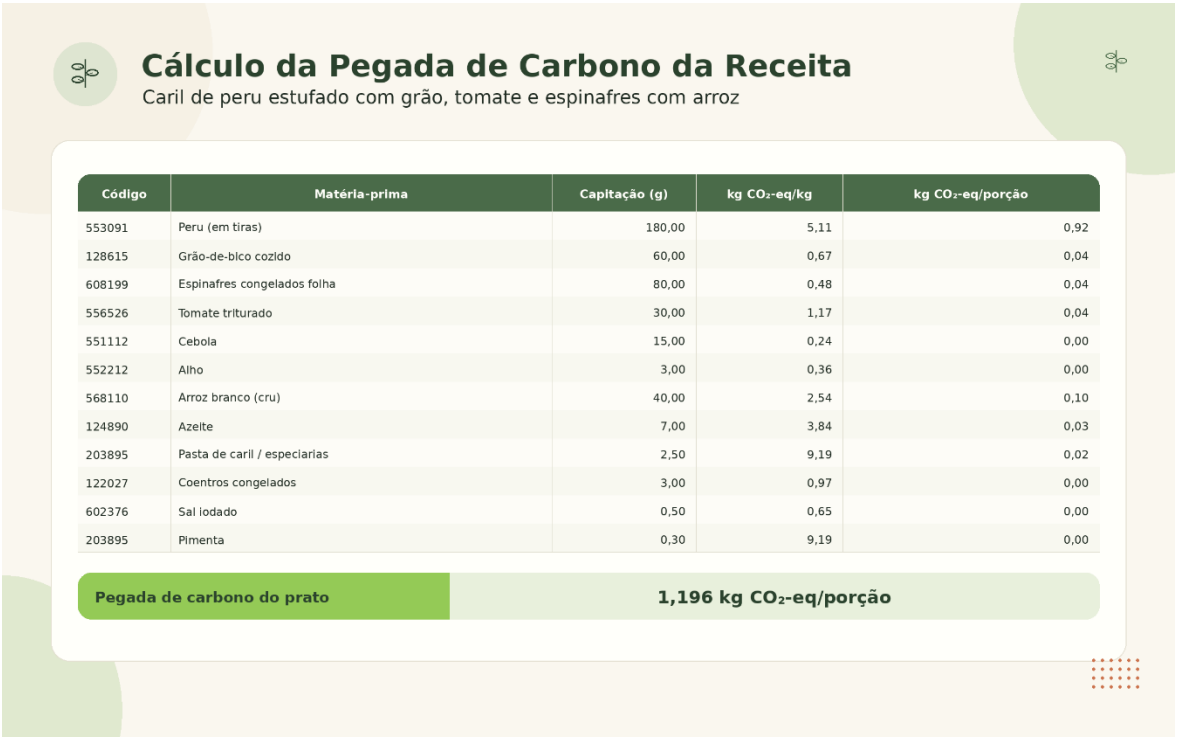
Importa referir que a ausência de acompanhamento não correspondeu à proposta originalmente concebida para esta preparação. Durante a elaboração da ficha técnica utilizada na sessão de análise sensorial, o acompanhamento previsto não foi incluído, e o prato foi servido apenas com os bolinhos de feijão. Este aspeto poderá ter influenciado algumas das observações relativas à perceção de equilíbrio e de completude da refeição. Ainda assim, as sugestões apresentadas pelos participantes fornecem indicações relevantes para futuras otimizações da preparação e de sua implementação.

Relativamente ao equilíbrio nutricional, a maioria dos participantes classificou a refeição como equilibrada, considerando adequadas as quantidades de proteína,

de hortícolas e dos restantes componentes do prato. Ainda assim, alguns questionários indicaram a perceção de um acompanhamento reduzido, aspeto que poderá ser considerado em futuras reformulações.

No seu conjunto, os resultados demonstram que os bolinhos de feijão alcançaram níveis muito elevados de aceitação sensorial no contexto empresarial. Particularmente relevante é o facto de esta preparação, baseada numa fonte proteica vegetal, ter obtido avaliações consistentemente positivas entre os participantes, reforçando o potencial das leguminosas como componente central de refeições sustentáveis na restauração coletiva.

2. Caril de peru com arroz de coco



Cálculo da Pegada de Carbono da Receita

Caril de peru estufado com grão, tomate e espinafres com arroz

Código	Matéria-prima	Capitação (g)	kg CO_2-eq/kg	kg CO_2-eq/porção
553091	Peru (em tiras)	180,00	5,11	0,92
128615	Grão-de-bico cozido	60,00	0,67	0,04
608199	Espinafres congelados folha	80,00	0,48	0,04
556526	Tomate triturado	30,00	1,17	0,04
551112	Cebola	15,00	0,24	0,00
552212	Alho	3,00	0,36	0,00
568110	Arroz branco (cru)	40,00	2,54	0,10
124890	Azeite	7,00	3,84	0,03
203895	Pasta de caril / especiarias	2,50	9,19	0,02
122027	Coentros congelados	3,00	0,97	0,00
602376	Sal iodado	0,50	0,65	0,00
203895	Pimenta	0,30	9,19	0,00

Pegada de carbono do prato **1,196 kg CO_2-eq/porção**

Figura 14. PC do caril de peru com arroz

O caril de peru com arroz de coco apresentou uma aceitação global muito positiva, registando uma média de 8,3 pontos numa escala hedónica de 9 pontos. Todas as avaliações recolhidas foram iguais ou superiores a 7 pontos, evidenciando uma apreciação global extremamente favorável da preparação por parte dos participantes.

A análise dos atributos sensoriais revelou resultados bastante consistentes, com predominância de classificações de 8 e 9 pontos para o sabor, a textura, o aroma e o aspeto visual. Entre estes atributos, destacaram-se particularmente o sabor e o aroma, que apresentaram elevados níveis de concordância entre os participantes, sugerindo uma perceção muito positiva do perfil sensorial da preparação.

Os resultados obtidos por meio da escala *JAR* reforçam esta interpretação. A quase totalidade dos participantes considerou que a intensidade global do sabor se encontrava "no ponto", observando-se apenas algumas referências isoladas a uma intensidade ligeiramente elevada. Relativamente ao teor de sal, verificou-se consenso entre os participantes, que o classificaram de forma consistente como adequado. Estes resultados evidenciam um bom equilíbrio do perfil gustativo da preparação.

A intenção de consumo apresentou igualmente resultados muito favoráveis, verificando-se uma predominância de respostas positivas relativamente à possibilidade de escolher a refeição no contexto habitual do refeitório. Paralelamente, a maioria dos participantes indicou que a informação relativa à menor pegada de carbono aumentaria a probabilidade de seleção da preparação, demonstrando abertura à integração de critérios ambientais nas suas escolhas alimentares.

Os comentários qualitativos revelaram um número reduzido de sugestões de melhoria. A maioria dos participantes referiu não ter introduzido qualquer alteração na preparação, sugerindo um elevado nível de satisfação com o produto apresentado. Entre as observações registadas destacam-se referências pontuais à temperatura de serviço e à intensidade do coco presente no acompanhamento. No entanto, estas observações surgiram isoladamente e não parecem ter comprometido a aceitação global da refeição.

Um aspeto particularmente interessante prende-se com a boa aceitação de um perfil aromático menos convencional no contexto da restauração coletiva. Apesar de o caril e o coco constituírem ingredientes que podem gerar reações distintas entre consumidores, os resultados demonstram que a sua integração equilibrada na preparação permitiu alcançar níveis elevados de apreciação sensorial. Este resultado é reforçado pelo facto de alguns participantes que referiram consumir raramente pratos semelhantes terem atribuído classificações positivas à preparação.

Relativamente ao equilíbrio nutricional, a maioria dos participantes classificou a refeição como equilibrada ou muito equilibrada, considerando adequadas as quantidades de proteína, acompanhamento e hortícolas. Este resultado demonstra que a reformulação orientada para a sustentabilidade não comprometeu a perceção de completude e de adequação nutricional da refeição.

No seu conjunto, os resultados sugerem que o caril de peru com arroz de coco conseguiu combinar elevada aceitação sensorial, forte intenção de consumo e boa perceção do equilíbrio da refeição. A reduzida quantidade de críticas e a elevada consistência das avaliações reforçam o potencial desta preparação para integração em ementas sustentáveis de restauração coletiva, demonstrando que ingredientes e perfis aromáticos menos habituais podem ser bem aceites quando incorporados de forma harmoniosa na preparação.

3. Jardineira de tilápia



Cálculo da Pegada de Carbono da Receita

Jardineira de tilápia com arroz de coco

Código	Matéria-prima	Capitação (g)	kg CO_2-eq/kg	kg CO_2-eq/porção
620071	Filete de tilápia	120,00	4,11	0,49
551101	Batata	100,00	0,25	0,03
551107	Cenoura	30,00	0,23	0,01
800068	Ervilhas	30,00	0,58	0,02
556526	Tomate triturado	30,00	1,17	0,04
573583	Leite de coco	20,00	0,42	0,01
122027	Coentros congelados	3,00	0,97	0,00
572961	Arroz branco (cru)	50,00	2,54	0,13
552313	Louro	1,00	0,85	0,00
551112	Cebola	25,00	0,24	0,01
124890	Azeite	7,00	3,84	0,03
602376	Sal iodado	0,50	0,65	0,00
203895	Pimenta	0,30	9,19	0,00
557139	Sumo de limão	5,00	0,30	0,00
552212	Alho	3,00	0,36	0,00

Pegada de carbono do prato — **0,76 kg CO_2-eq/porção**

Figura 15. PC da jardineira de tilápia com arroz de coco

A jardineira de tilápia foi globalmente bem recebida pelos participantes, registando uma média de aceitação de 7,6 pontos numa escala hedónica de 9 pontos. Das 14 avaliações válidas recolhidas, 13 apresentaram classificações iguais ou superiores a 7 pontos, evidenciando uma apreciação favorável da preparação em contexto empresarial. Apesar desta tendência positiva, os resultados revelam uma variabilidade ligeiramente superior à observada nos dois pratos anteriormente analisados, sugerindo uma perceção menos consensual de alguns atributos da refeição.

Ao contrário do que se verificou nos bolinhos de feijão e no caril de peru com arroz de coco, onde predominou uma forte uniformidade de opiniões, a jardineira de tilápia gerou um conjunto mais diversificado de observações por parte dos participantes. Ainda assim, os diferentes atributos sensoriais foram avaliados positivamente, destacando-se particularmente o aroma e o aspeto visual, que obtiveram classificações predominantemente entre 8 e 9 pontos. A textura apresentou avaliações igualmente favoráveis, embora ligeiramente menos consistentes entre os participantes.

Os resultados da escala *JAR* permitem compreender melhor esta dispersão. Embora a maioria dos participantes tenha considerado a intensidade global do sabor adequada, surgiram simultaneamente referências a um tempero excessivamente intenso e, em menor número, a um sabor demasiado suave. Este padrão sugere que o principal desafio da preparação não se encontra na sua estrutura ou composição, mas sim no equilíbrio do perfil gustativo, particularmente no que diz respeito ao tempero e à intensidade aromática.

Esta interpretação é reforçada pelos comentários qualitativos. Entre as sugestões de melhoria mais frequentemente mencionadas, destacam-se o ajuste da intensidade do tempero, o aumento da quantidade de molho e a valorização de alguns componentes vegetais, nomeadamente através da inclusão de maior quantidade de cenoura. Surgiram ainda referências pontuais à necessidade de reduzir o picante e ao reforço do teor de sal, revelando preferências individuais distintas relativamente ao perfil sensorial da preparação.

Apesar destas observações, a perceção do equilíbrio nutricional manteve-se globalmente positiva. A maioria dos participantes considerou adequadas as quantidades de proteína, de acompanhamento e de hortícolas, classificando a refeição como equilibrada ou muito equilibrada. Apenas um número reduzido de participantes referiu quantidades insuficientes de proteína ou componentes vegetais.

Um aspeto particularmente interessante prende-se com o facto de as críticas registadas incidirem sobretudo sobre elementos passíveis de ajuste culinário e não sobre a conceção global da receita. Em nenhum momento, os participantes questionaram a combinação dos ingredientes, a adequação da tilápia como componente principal ou o equilíbrio estrutural do prato. Pelo contrário, as sugestões apresentadas apontam para pequenos refinamentos capazes de otimizar uma preparação que, na sua essência, foi bem aceite pelos consumidores.

No seu conjunto, os resultados sugerem que a jardineira de tilápia tem potencial para integração em ementas sustentáveis de restauração coletiva. Embora não tenha alcançado os níveis de consenso observados noutros pratos da sessão, manteve uma aceitação global positiva e identificou oportunidades concretas de melhoria, particularmente ao nível do tempero e da suculência da preparação, aspetos que poderão contribuir para uma valorização adicional da experiência sensorial.

4. Paella de peixe

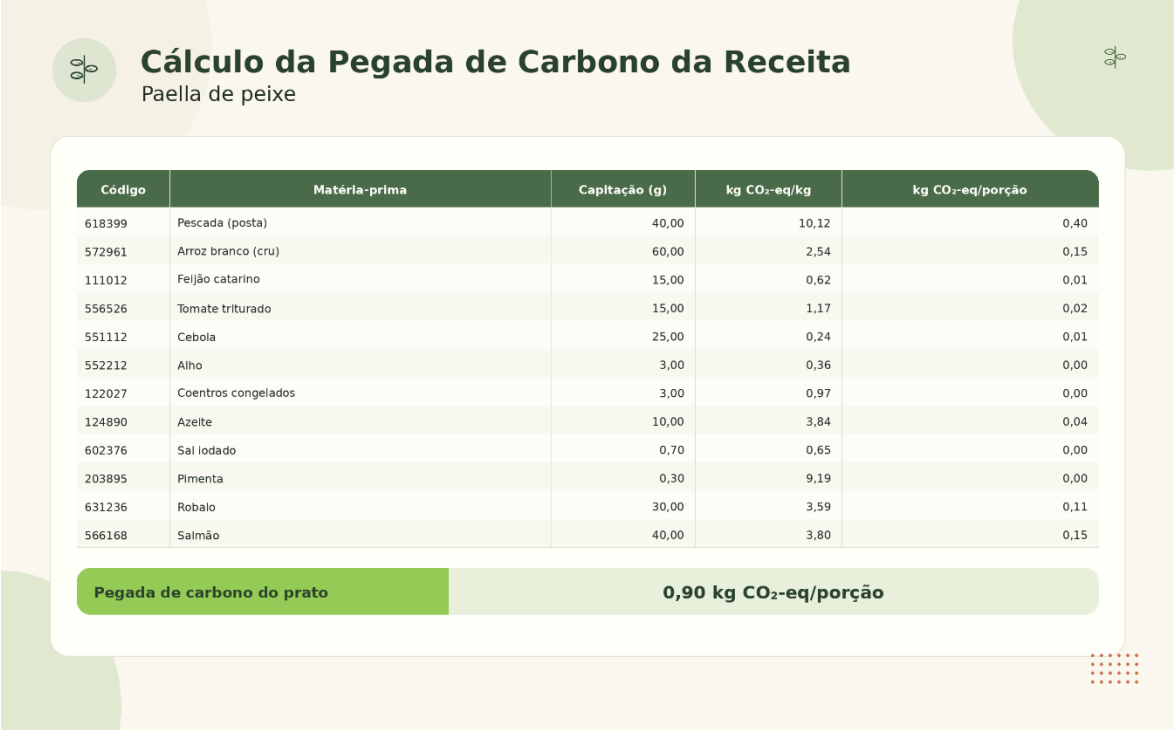


Figura 16. PC da Paella de peixe

A paella de peixe apresentou uma aceitação global muito positiva entre os participantes, com uma média de 8,2 pontos numa escala hedónica de 9 pontos. A análise foi realizada com base em 13 respostas válidas, uma vez que dois participantes não responderam à questão de aceitação global. Das avaliações consideradas, aproximadamente 92,3% foram iguais ou superiores a 7 pontos, evidenciando uma apreciação favorável da preparação no contexto empresarial.

Os diferentes atributos sensoriais foram avaliados de forma consistentemente positiva, observando-se uma predominância de classificações entre 8 e 9 pontos

para sabor, textura, aroma e aspeto visual. Particularmente relevante foi a boa avaliação da textura, que obteve algumas das classificações mais elevadas da preparação, sugerindo uma perceção favorável da consistência dos diferentes componentes do prato.

A avaliação da intensidade global do sabor revelou resultados maioritariamente positivos, com a maioria dos participantes a considerar que esta se encontrava adequada. No entanto, surgiram algumas respostas que apontaram para um perfil gustativo ligeiramente mais intenso ou, em menor número, ligeiramente menos intenso do que o desejado. De forma semelhante, as avaliações relativas ao teor de sal foram globalmente favoráveis, embora tenham surgido referências pontuais à necessidade de reforço deste atributo.

A análise qualitativa dos comentários permitiu identificar um padrão particularmente interessante. Ao contrário do observado noutras preparações, as sugestões de melhoria não se centraram na correção de problemas sensoriais evidentes, mas sim na valorização da composição global do prato. Diversos participantes referiram a possibilidade de incluir ingredientes de cor verde, ervas aromáticas frescas, salsa ou pimento, sugerindo uma procura por maior contraste visual, frescura aromática e reforço da componente vegetal da refeição, que, assim como mencionado no prato anterior, estava previsto incluir, mas por questões logísticas não foi acrescentado.

Esta tendência encontra-se alinhada com algumas respostas relativas ao equilíbrio nutricional, nas quais determinados participantes referiram uma quantidade reduzida de hortícolas. Apesar destas observações, a maioria continuou a classificar a refeição como equilibrada ou muito equilibrada, demonstrando que estas sugestões representam sobretudo oportunidades de valorização da preparação e não limitações significativas à sua aceitação.

Entre os comentários recolhidos, destaca-se ainda uma observação relacionada com o salmão, na qual se referiu que o seu sabor se sobrepunha aos restantes ingredientes e que a sua textura poderia ser menos seca. Embora esta observação tenha surgido isoladamente, constitui uma indicação relevante para futuras otimizações da receita, uma vez que evidencia a importância do equilíbrio entre os diferentes componentes da preparação.

No seu conjunto, os resultados sugerem que a paella de peixe alcançou níveis elevados de aceitação sensorial e uma perceção global positiva da refeição. As sugestões apresentadas pelos participantes indicam sobretudo estratégias de enriquecimento visual e aromático, demonstrando que a preparação foi percecionada como uma base sólida, com potencial para ser ainda mais valorizada por meio de pequenos ajustes na sua composição final.

5. Peru estufado com polenta



Cálculo da Pegada de Carbono da Receita

Peru estufado com polenta

Código	Matéria-prima	Capitação (g)	kg CO_2-eq/kg	kg CO_2-eq/porção
553091	Peito de Peru (em tiras)	120,00	5,11	0,61
599889	Sêmola de milho	60,00	0,52	0,03
556526	Tomate triturado	25,00	1,17	0,03
551107	Cenoura	30,00	0,23	0,01
552313	Louro	1,00	0,85	0,00
551112	Cebola	15,00	0,24	0,00
124890	Azeite	5,00	3,84	0,02
602376	Sal iodado	0,50	0,65	0,00
203895	Pimenta	0,30	9,19	0,00
557139	Sumo de limão	5,00	0,30	0,00
552212	Alho	3,00	0,36	0,00

Pegada de carbono do prato **0,71 kg CO_2-eq/porção**

Figura 17. PC do peru estufado com polenta.

O peru estufado com polenta apresentou uma aceitação global positiva entre os participantes, com uma média de 7,8 pontos numa escala hedónica de 9 pontos. Apesar de algumas avaliações menos favoráveis, a maioria dos participantes atribuiu classificações iguais ou superiores a 7 pontos, o que evidencia uma apreciação globalmente favorável da preparação em contexto empresarial. Esta tendência é particularmente relevante, considerando tratar-se de uma preparação composta por elementos menos habituais na restauração coletiva, nomeadamente a utilização da polenta como principal acompanhamento.

A avaliação dos diferentes atributos sensoriais revelou resultados globalmente positivos. O sabor, o aroma, a textura e o aspeto visual obtiveram classificações

predominantemente entre 8 e 9 pontos, o que demonstra uma boa aceitação da preparação. Ainda assim, verificou-se uma dispersão ligeiramente superior à observada noutros pratos avaliados nesta sessão, o que reflete diferentes perceções relativamente à intensidade do tempero e às características de confeção do prato.

Os resultados da escala *JAR* permitem compreender melhor esta variabilidade. Embora a maioria dos participantes tenha considerado que a intensidade global do sabor se encontrava adequada, surgiram respostas que apontavam tanto para um sabor ligeiramente fraco quanto para uma intensidade excessiva. Um padrão semelhante foi observado relativamente ao teor de sal, sugerindo que a preparação gerou perceções distintas quanto ao equilíbrio do tempero. Estas diferenças parecem refletir mais preferências individuais dos participantes do que limitações evidentes na formulação da receita.

Os comentários qualitativos contribuíram para aprofundar esta interpretação. Entre as sugestões registadas, destacam-se referências à necessidade de aumentar a humidade ou a suculência da preparação, melhorar a textura do peru e ajustar a intensidade do tempero. Surgiram igualmente observações pontuais relacionadas com a temperatura de serviço e com a possibilidade de introduzir elementos adicionais capazes de conferir maior frescura ao conjunto da refeição. Importa salientar que várias destas observações incidiram sobre aspetos técnicos da execução culinária e não sobre a conceção global do prato.

Um dos aspetos mais interessantes dos resultados obtidos prende-se com a boa aceitação da polenta como alternativa aos acompanhamentos tradicionalmente utilizados no contexto da restauração coletiva. Apesar de se tratar de um ingrediente menos comum nas ementas habituais dos participantes, não surgiram críticas relevantes dirigidas a este componente da refeição. Pelo contrário, as avaliações positivas observadas sugerem que a introdução de alternativas menos convencionais pode ser bem recebida pelos consumidores quando integrada numa preparação equilibrada e sensorialmente agradável.

Relativamente ao equilíbrio nutricional da refeição, a maioria dos participantes classificou o prato como equilibrado ou muito equilibrado, considerando adequadas as quantidades de proteína e acompanhamento. No entanto, verificaram-se algumas referências à reduzida presença de hortícolas, tendência igualmente observada nas respostas relativas à composição da refeição. Este aspeto sugere uma oportunidade de melhoria futura, reforçando a componente vegetal do prato e contribuindo simultaneamente para a valorização nutricional e visual da preparação.

No seu conjunto, os resultados indicam que o peru estufado com polenta foi percecionado como uma preparação equilibrada, agradável e adequada ao contexto de restauração coletiva.



Figura 18. Resumo dos resultados da sessão empresarial

VII. Casos de estudo com aplicação do cálculo da pegada de Carbono

10. Projeto *Lanla*

Após a análise desenvolvida em contexto de restauração coletiva, o projeto *Lanla* foi integrado como caso de estudo complementar, com o objetivo de ampliar a aplicação dos princípios explorados ao longo da dissertação a um contexto gastronómico conceptual e autoral. Enquanto o trabalho realizado na Gertal permitiu observar a sustentabilidade alimentar a partir das exigências da produção em larga escala, da padronização e da viabilidade operacional, o *Lanla* permitiu refletir sobre a forma como os mesmos critérios, avaliação da pegada de carbono, seleção de ingredientes, equilíbrio sensorial e coerência culinária, podem ser

mobilizados num modelo de restauração mais intimista, culturalmente situado e centrado na experiência do comensal.

A sua inclusão pretende aprofundar uma das ideias centrais do trabalho: a sustentabilidade gastronómica não se limita à redução numérica das emissões, dependendo também da capacidade de construir refeições com identidade, prazer, significado cultural e ligação ao território. Neste sentido, o *Lanla* funciona como uma extensão conceptual da investigação aplicada, permitindo demonstrar que a integração da pegada de carbono no processo criativo pode ser adaptada a diferentes escalas e modelos de restauração, desde a alimentação coletiva até propostas gastronómicas de caráter experimental.

O nome "*Lanla*" foi inspirado na língua local de Maputo, o Changana que significa bênção, refletindo o aconchego, tradição e autenticidade, um convite ao cuidado e à presença.

Embora ainda não tenha sido implementado, o *Lanla* foi concebido como um exercício de reflexão e desenvolvimento gastronómico orientado por critérios ambientais, nutricionais e sensoriais, funcionando simultaneamente como espaço de exploração conceptual e demonstração prática da integração da pegada de carbono no processo de criação de menus, com uma abordagem mais intimista e centrada na dimensão humana da alimentação.

Localizado conceptualmente em Moçambique, o *Lanla* propõe um modelo de restauração sensorial integrada, construído a partir da valorização do território, da sazonalidade e das práticas alimentares conscientes. A proposta procura

ultrapassar a lógica convencional da restauração, entendendo o ato de comer não apenas como uma resposta fisiológica, mas como uma experiência capaz de articular memória, emoção, cultura e bem-estar.

A estrutura do menu foi pensada com base em ingredientes frescos, locais e, sempre que possível, provenientes da horta do próprio espaço. Esta proximidade entre cultivo e consumo permite não apenas reduzir perdas nutricionais associadas ao armazenamento prolongado, mas também privilegiar ingredientes colhidos no ponto ideal de maturação, o que favorece a intensidade aromática, a textura e a qualidade organolética das preparações. Paralelamente, esta abordagem reforça princípios de circularidade e diminui impactos associados ao transporte e conservação alimentar.



Figura 19. Galeria Gastronómica *Lanla*

A sustentabilidade surge, assim, como eixo transversal do projeto, manifestando-se não apenas na escolha dos ingredientes, mas também na gestão dos recursos,

nas técnicas culinárias utilizadas e na própria construção da experiência gastronómica. A valorização de produtos sazonais, a redução do desperdício alimentar, a compostagem de resíduos orgânicos e a preferência por cadeias curtas de abastecimento refletem uma tentativa de aproximação a modelos alimentares mais equilibrados e regenerativos.

No desenvolvimento das propostas culinárias, foi igualmente integrada a avaliação da pegada de carbono, através da plataforma *My Emissions*, utilizada como ferramenta de apoio à tomada de decisão na elaboração do menu. A incorporação desta metodologia permitiu analisar o impacto ambiental das preparações de algumas propostas e orientar escolhas alimentares mais sustentáveis sem comprometer a coerência gastronómica dos pratos. Os resultados obtidos evidenciaram predominantemente classificações de baixo e moderado impacto ambiental, representadas por pegadas verdes e amarelas, o que demonstra a viabilidade de conceber propostas simultaneamente sustentáveis e sensorialmente atrativas.

Do ponto de vista nutricional, o *Lanla* foi pensado sobretudo para indivíduos com Síndrome do Intestino Irritável (SII), com o objetivo de responder às necessidades digestivas deste público sem recorrer a uma abordagem excessivamente restritiva. Em vez da simples exclusão de alimentos considerados problemáticos, privilegiou-se uma lógica de adaptação culinária e de reformulação técnica, baseada na digestibilidade, no equilíbrio sensorial e no prazer alimentar.

Ingredientes fermentados, como kombucha, pão de massa-mãe e pickles artesanais, foram incorporados devido à sua relevância na promoção da saúde intestinal e à riqueza sensorial que acrescentam às preparações. Da mesma forma, ervas aromáticas, raízes e especiarias, como hortelã, gengibre, erva-príncipe e canela, foram utilizadas não apenas pelo seu perfil gustativo, mas também pelas propriedades funcionais frequentemente associadas ao conforto digestivo.

A dimensão sensorial também ocupa um lugar central na identidade do projeto. O *Lanla* foi concebido segundo princípios de food design, integrando elementos visuais, espaciais, sonoros e emocionais na construção da experiência alimentar. A utilização de iluminação quente, materiais naturais, louça artesanal e paisagens sonoras inspiradas na biodiversidade local procura criar uma atmosfera de desaceleração e presença, em que o ambiente atua como extensão da própria refeição. Esta abordagem encontra-se alinhada com os estudos de *Charles Spence* sobre correspondências *crossmodais*, segundo os quais estímulos visuais, auditivos e táteis influenciam diretamente a perceção do sabor e o envolvimento emocional do comensal (29).

A valorização da identidade moçambicana manifesta-se através da incorporação de ingredientes locais e da reinterpretação contemporânea de referências gastronómicas tradicionais. Produtos como mapira (Sorghum bicolor), mandioca (Manihot esculenta), moringa (Moringa oleifera), banana (Musa paradisiaca), inhame (Colocasia esculenta) ou castanha de caju (Anacardium occidentale) surgem integrados em preparações que procuram equilibrar inovação culinária,

memória afetiva e ligação ao território. Também a nomenclatura dos pratos, através de designações como Raízes, Origem ou Lagoa, reforça esta dimensão simbólica e narrativa da alimentação.

Entre os elementos mais distintivos do conceito destaca-se ainda a integração de práticas associadas ao *mindful eating*, entendido como um exercício de atenção plena aplicado ao ato de comer. Neste contexto, pequenos rituais sensoriais foram incorporados como forma de estimular uma relação mais consciente com os alimentos, destacando-se a degustação de *wild coffee* moçambicano (Coffea racemosa), variedade endémica de baixo teor de cafeína e perfil aromático subtil. Para além da valorização da biodiversidade local, esta proposta procura transformar um gesto quotidiano num momento de pausa, contemplação e reconexão.

O projeto surge no presente trabalho não apenas como uma proposta conceptual de restauração, mas também como uma reflexão aplicada sobre novas possibilidades de construção dos sistemas alimentares. Ao integrar avaliação ambiental, desenvolvimento gastronómico, análise sensorial e valorização cultural numa mesma abordagem, o *Lanla* procura demonstrar que a sustentabilidade e o prazer alimentar não constituem dimensões opostas, mas elementos complementares de uma alimentação mais consciente, equilibrada e significativa.

Com o objetivo de complementar a dimensão ambiental do projeto *Lanla*, foi realizada a avaliação da pegada de carbono de dois menus desenvolvidos

conceptualmente para o restaurante (disponíveis no apêndice C), recorrendo à plataforma *My Emissions*. Esta análise permitiu integrar critérios de sustentabilidade no processo de conceção gastronómica, servindo como ferramenta de monitorização do impacto ambiental associado às preparações alimentares.

Cada menu foi estruturado com duas opções de entrada, duas opções de prato principal e duas opções de sobremesa, refletindo a proposta criativa do conceito *Lanla*, baseada na sazonalidade e na valorização de produtos da época. A lógica de rotação periódica do menu procura acompanhar as diferentes estações do ano e a respetiva disponibilidade de ingredientes, promovendo maior frescura, diversidade alimentar e a redução do impacto associado ao armazenamento prolongado e ao transporte de alimentos.

Paralelamente, procurou-se garantir uma abordagem mais inclusiva do ponto de vista alimentar, assegurando que, em cada categoria do menu, estivesse disponível pelo menos uma opção vegetariana. Esta estratégia permitiu diversificar as opções oferecidas ao consumidor e reforçar o alinhamento do projeto com princípios de sustentabilidade alimentar e de redução da dependência de proteínas de origem animal.

A avaliação ambiental foi realizada considerando as capitações por porção de cada preparação, uma vez que todas as receitas foram desenvolvidas com foco na experiência individual de consumo. No total, foram analisados 12 pratos,

envolvendo o uso de 68 ingredientes distintos. Os resultados obtidos evidenciaram uma pegada média de carbono de 1,83 kg CO_2e/kg de alimento, o que corresponde à classificação "B" na escala utilizada pela plataforma da *My emissions*.

A ferramenta possibilitou ainda a análise do ciclo de impacto ambiental das preparações, verificando-se um contributo mais expressivo na fase de produção agrícola, correspondente à etapa de produção primária dos ingredientes. Esta observação reforça a relevância da seleção criteriosa das matérias-primas no desempenho ambiental global das refeições.

Importa salientar que, devido à ausência de determinados ingredientes regionais ou nativos na base de dados da plataforma, foi necessário recorrer a aproximações metodológicas em alguns casos específicos. Um exemplo foi o uso da matcha como ingrediente de referência para estimar a pegada da moringa, devido à relativa proximidade funcional e vegetal entre ambos os produtos. Da mesma forma, no caso das folhas de mandioca utilizadas na preparação tradicional da matapa, considerou-se a pegada associada à mandioca como ingrediente integral.

Embora estas adaptações constituam limitações metodológicas, procurou-se assegurar a maior coerência possível entre os ingredientes reais e as alternativas disponíveis na plataforma. Importa ainda reconhecer que os valores obtidos constituem estimativas aproximadas e não medições absolutas do impacto ambiental das preparações.

Esta questão tornou-se particularmente evidente no caso do prato denominado "Mar", no qual o camarão destacou-se como o ingrediente de maior peso carbónico na composição do prato. Contudo, importa considerar que os valores disponibilizados pela ferramenta podem não refletir integralmente as especificidades dos sistemas locais de produção e abastecimento. No contexto moçambicano, por exemplo, existe forte valorização de marisco selvagem e de origem local, incluindo espécies como o camarão-tigre, frequentemente associado a circuitos de abastecimento de menor escala e maior proximidade territorial. Neste sentido, a utilização de ingredientes provenientes de produtores locais e rastreáveis poderá, na prática, contribuir para impactos ambientais inferiores aos estimados pela plataforma.

Ainda assim, a utilização da metodologia *My Emissions* revelou-se particularmente relevante como instrumento orientador, permitindo identificar ingredientes com maior impacto ambiental e apoiar decisões de reformulação mais sustentáveis. Para além da componente técnica, a ferramenta apresenta também potencial comunicacional, possibilitando a tradução de informação ambiental de forma acessível ao consumidor e incentivando escolhas alimentares mais conscientes.

Neste contexto, optou-se por utilizar no menu apenas a representação visual simplificada correspondente à classificação ambiental dos pratos, através da nuvem cromática e respetiva letra associada à pegada de carbono. Os valores quantitativos detalhados permaneceram reservados para utilização interna pela equipa, funcionando como referência para futuras reformulações e monitorização

contínua das preparações, com o objetivo de assegurar que os pratos desenvolvidos apresentassem, idealmente, classificações iguais ou inferiores à categoria “C”.

A plataforma permitiu ainda a criação de coleções internas de receitas e menus, facilitando a análise comparativa dos valores médios de pegada de carbono e possibilitando ajustes dinâmicos em função das alterações efetuadas pela equipa de cozinha. Esta funcionalidade revelou-se particularmente útil na gestão conceptual do menu, reforçando o potencial da integração de ferramentas digitais na elaboração de propostas gastronómicas mais sustentáveis.

Em síntese, o *Lanla* permite reforçar a leitura da gastronomia sustentável como prática multidimensional. Ao contrário da componente desenvolvida na Gertal, centrada na resposta a constrangimentos reais de produção coletiva, este caso de estudo explora a sustentabilidade como linguagem criativa. A sua importância na dissertação reside, portanto, na demonstração de que a pegada de carbono pode ser integrada não apenas como métrica de avaliação, mas como instrumento de conceção gastronómica, capaz de orientar escolhas de ingredientes, estruturar menus, comunicar impacto ambiental e valorizar identidades alimentares locais. Desta forma, o *Lanla* amplia o alcance do trabalho, mostrando que os princípios aplicados à restauração coletiva podem dialogar com outros contextos gastronómicos. O projeto evidencia que sustentabilidade, identidade cultural e experiência sensorial não são dimensões paralelas, mas componentes interdependentes de uma proposta alimentar contemporânea.

11. Ebook de receitas sustentáveis

Foi também explorada uma aplicação complementar da metodologia de cálculo da pegada de carbono através do projeto “Raízes e Temperos”, um e-book de receitas ainda em desenvolvimento (protótipo disponível no apêndice D), concebido em colaboração com uma colega da universidade. A proposta partiu da ideia de reunir preparações que não fossem apenas instruções culinárias, mas também expressões de identidade, memória e percurso pessoal, aproximando a sustentabilidade alimentar de uma dimensão mais cultural e afetiva da gastronomia.

Neste projeto, cada receita surge associada a uma narrativa própria, marcada por influências familiares, territoriais e interculturais. A componente autoral desenvolvida integrou referências moçambicanas, indianas, árabes, equatorianas, portuguesas e brasileiras, refletindo uma cozinha de fusão construída a partir de deslocações, heranças familiares, experiências académicas e adaptações criativas. Esta abordagem permitiu demonstrar que a sustentabilidade não precisa ser apresentada como uma dimensão externa à gastronomia, podendo, antes, ser incorporada à própria história que cada prato conta.

A ferramenta *My Emissions* foi utilizada para estimar a pegada de carbono das receitas incluídas nesta componente do projeto, verificando-se que todas se

enquadraram nas categorias ambientais A ou B, correspondentes a preparações de baixo impacto carbónico.

A importância deste exercício reside na articulação entre três dimensões que atravessam o presente trabalho: criatividade gastronómica, identidade cultural e avaliação ambiental. Preparações como o "Pastel sem nata", o biryani com tofu, a lasanha de lentilhas ou o caril de grão-de-bico mostram que a redução da pegada de carbono não implica o apagamento da memória culinária nem a perda de complexidade sensorial. Pelo contrário, pode abrir espaço para reinterpretar tradições, adaptar ingredientes e construir novas narrativas alimentares alinhadas com os desafios contemporâneos da sustentabilidade.

Embora ainda se encontre numa fase exploratória, este projeto constitui um exemplo de como a informação ambiental pode ser comunicada de forma mais acessível e envolvente. A possibilidade de apresentar as receitas em formato visual, acompanhadas da respetiva classificação da pegada de carbono e de uma breve leitura do ciclo de vida dos ingredientes, permitiria aproximar o consumidor dos impactos associados às suas escolhas alimentares, sem reduzir a experiência gastronómica a um valor numérico.

Assim, o e-book representa uma extensão conceptual do trabalho desenvolvido, demonstrando que a metodologia de cálculo da pegada de carbono pode ser aplicada para além das ementas institucionais e dos processos de reformulação na restauração coletiva. Ao cruzar receitas, histórias e impacto ambiental, esta

proposta reforça o papel da gastronomia como espaço de mediação entre cultura, sustentabilidade, criatividade e educação alimentar.

VIII. Discussão

Os resultados obtidos ao longo do trabalho evidenciam que o desenvolvimento de ementas mais sustentáveis em restauração coletiva não pode ser reduzido à substituição direta de ingredientes ou à mera diminuição numérica da pegada de carbono. Embora a quantificação das emissões constitua uma ferramenta essencial de apoio à decisão, a sua utilidade torna-se mais relevante quando integrada num processo mais amplo de reformulação culinária, capaz de articular critérios ambientais, sensoriais, nutricionais, culturais e operacionais.

Neste sentido, a metodologia de cálculo aplicada no contexto da Gertal e do projeto TriFootFood revelou-se particularmente útil por permitir o trabalho direto com receitas, capitações e necessidades reais de produção em larga escala. A análise comparativa dos ingredientes permitiu identificar componentes com maior peso na pegada carbónica das preparações e orientar estratégias concretas de reformulação alimentar. Contudo, mais do que produzir valores isolados, a metodologia funcionou como instrumento de reflexão técnica e criativa, apoiando decisões sobre a seleção de ingredientes, o equilíbrio da receita e a viabilidade de implementação em contexto de restauração coletiva.

A reflexão desenvolvida ao longo do trabalho demonstrou também que os valores de pegada de carbono devem ser interpretados com senso crítico. A análise de ferramentas como a *CarbonCloud* e a *My Emissions* permitiu compreender que os resultados obtidos dependem fortemente dos pressupostos metodológicos adotados, nomeadamente da unidade funcional, dos limites do sistema, dos fatores de emissão, dos critérios de alocação e da inclusão ou exclusão de etapas como transporte, embalagem, refrigeração, processamento e preparação culinária. Assim, embora estas plataformas representem avanços importantes na integração da sustentabilidade no setor alimentar, os seus resultados não devem ser comparados diretamente sem uma leitura prévia das metodologias que os sustentam.

Esta limitação torna-se particularmente relevante num contexto em que a comunicação sobre a sustentabilidade alimentar tem vindo a ganhar maior visibilidade. Atualmente, ainda não existe uma norma global ou europeia plenamente harmonizada para a rotulagem da pegada de carbono dos alimentos, o que resulta na coexistência de diferentes sistemas, escalas e critérios de avaliação. Ainda assim, a crescente utilização de ferramentas de cálculo e de sistemas de classificação ambiental aponta para uma tendência clara: a sustentabilidade deixará progressivamente de ser comunicada apenas por meio de conceitos genéricos ou de elementos visuais associados à naturalidade, passando a exigir indicadores quantificáveis, transparentes e metodologicamente sustentados.

A componente sensorial do trabalho reforçou esta leitura integrada da sustentabilidade. Os estudos-piloto realizados em contexto escolar e empresarial demonstraram que preparações desenvolvidas com menor pegada de carbono podem alcançar níveis positivos de aceitação em ambientes reais de consumo. Em ambos os contextos, a maioria das receitas obteve classificações médias superiores a 7 pontos na escala hedónica de 9 pontos, sugerindo que a incorporação de critérios ambientais não compromete, por si só, a aceitabilidade das refeições.

A comparação entre os contextos escolar e empresarial permitiu, ainda, observar que algumas preparações mantiveram desempenho sensorial consistente em ambientes distintos. O peru estufado com polenta, avaliado em ambos os estudos-piloto, apresentou níveis elevados de aceitação nas duas sessões, sugerindo que determinadas propostas podem ter potencial de aplicação mais amplo quando conciliam familiaridade, conforto alimentar e diferenciação gastronómica moderada.

Abordando o caso particular da discrepância observada na quiche de frango e cogumelos, para reduzir a pegada de carbono dos laticínios convencionais (natas e leite de vaca), recorreu-se a bebidas vegetais (soja e amêndoa). Contudo, estas bebidas contêm compostos voláteis característicos e perfis naturalmente adocicados que colidiram frontalmente com a matriz salgada tradicional da quiche. O cérebro do consumidor antecipa um perfil lipídico, salgado e lácteo; ao encontrar notas doces e resíduos aromáticos de amêndoa associados ao frango e

aos cogumelos, gerou-se dissonância sensorial e rejeição. Na culinária em larga escala, as gorduras animais lácteas fornecem emulsão, viscosidade e ponto de coagulação estável no aparelho de ovos. A bebida vegetal, com menor teor lipídico e diferente estrutura proteica, resultou numa textura menos untuosa. Em simultâneo, a libertação de água vegetativa dos cogumelos e legumes salteados amoleceu a massa quebrada na base, comprometendo a crocância esperada. A redução do impacto ambiental num prato com identidade culinária vincada não deve tentar "imitar" a matriz lipídica através de substitutos que alterem o sabor intrínseco. No caso da quiche, teria sido gastronomicamente mais eficaz reformular a base recorrendo a azeite virgem e espessamento com amidos/puré de leguminosas neutras, ou simplesmente ajustar as capitações dos queijos e natas mantendo a autenticidade sensorial do prato.

De forma geral, os comentários dos participantes incidiram mais sobre aspetos de otimização do que sobre rejeição das receitas. Observações relacionadas ao tempero, à quantidade de molho, à textura, à frescura ou à composição vegetal indicam que as preparações foram, em sua maioria, bem recebidas, mas ainda passíveis de afinação. Esta leitura é importante, pois aproxima a análise sensorial da prática real de desenvolvimento culinário: a aceitação não deve ser entendida apenas como validação final, mas também como ferramenta de melhoria contínua.

Fazendo uma breve reflexão sobre as especificidades do terreno profissional, no contexto escolar (CLIP e Municípios da Maia e Póvoa de Varzim), o público infantil e juvenil apresenta por vezes neofobia alimentar acentuada e forte aversão a

apresentações visuais desorganizadas ou espinhas no pescado e uma elevada exigência de controlo de alergénios e dietas religiosas como foi verificado no CLIP, onde as opções vegetarianas atingiram entre 97,5% e 100% de pratos Verdes, com redução de 62% a 79% na pegada de carbono face às opções de carne/pescado. A experiência provou que a aceitação escolar depende da simplificação do formato (filetes, pratos coloridos, texturas suaves) e da familiaridade gastronómica, e não de preparações vegetarianas excessivamente conceptuais. No contexto empresarial industrial, como o caso da Siemens, a população apresenta hábitos culturais muito enraizados no consumo diário de carne e peixe tradicional. O pescado representou a maior percentagem de pratos vermelhos (67,5%), devido ao uso de espécies marinhas com elevado fator de emissão. Através da análise sensorial foi possível a comprovação de que pratos com nomes tradicionais e formatos substanciais (bolinhos de feijão obtiveram 8,3/9; caril de peru obteve 8,3/9) têm aceitação imediata, demonstrando que a transição alimentar nas empresas não exige impor menus vegetarianos estritos, mas sim valorizar pratos de conforto com menores emissões. Na sessão da Mota-Engil, a introdução de receitas novas no pico de serviço regular evidenciou a sobrecarga das equipas e a necessidade de formação prévia dos cozinheiros antes de alterar fichas técnicas. Na FORVIA, a aplicação do conceito "PONTO." com rotulagem semafórica e QR Codes provou que a informação ambiental no momento da escolha atua como um impulso positivo, aumentando a escolha espontânea de pratos verdes sem recurso a proibições.

Assim, os resultados deste trabalho reforçam que a pegada de carbono pode orientar o processo, mas não substitui o trabalho gastronómico necessário para tornar uma preparação tecnicamente viável, sensorialmente apelativa e culturalmente aceitável. A principal contribuição do estudo reside precisamente nesta articulação: demonstrar que refeições com menor impacto ambiental podem ser desenvolvidas e bem aceites quando a sustentabilidade é tratada não como restrição, mas como critério integrado de inovação alimentar.

IX. Conclusão

O presente trabalho permitiu desenvolver, aplicar e avaliar estratégias de criação e reformulação de receitas orientadas à redução da pegada de carbono em contexto de restauração coletiva. A experiência realizada no âmbito da Gertal demonstrou que a sustentabilidade alimentar pode ser integrada, de forma prática, ao desenvolvimento de ementas, desde que os critérios ambientais sejam articulados com as exigências reais da produção em larga escala, da organização operacional e da aceitação pelos consumidores.

A principal contribuição do projeto reside na construção de uma abordagem aplicada, na qual a pegada de carbono deixou de ser apenas um resultado de cálculo e passou a integrar o próprio processo de desenvolvimento culinário. A identificação de ingredientes de maior impacto, a reformulação de preparações existentes e a criação de novas propostas permitiram demonstrar que decisões gastronómicas aparentemente simples, como a escolha da fonte proteica, a

composição do acompanhamento ou a valorização de ingredientes vegetais, podem influenciar significativamente o desempenho ambiental das refeições.

Os resultados obtidos reforçam igualmente a importância de aproximar a sustentabilidade da experiência alimentar. A avaliação sensorial mostrou que a aceitação das preparações depende não apenas de sua composição nutricional ou ambiental, mas também da forma como sabor, textura, aroma, apresentação e familiaridade são trabalhados no prato. Assim, a transição para refeições mais sustentáveis não deve ser entendida como uma perda de qualidade ou de prazer alimentar, mas como uma oportunidade de desenvolver propostas mais equilibradas, criativas e ajustadas às expectativas dos consumidores.

A realização do estágio permitiu, ainda, compreender que a implementação de ementas sustentáveis exige uma leitura integrada de todo o sistema alimentar. Para além da formulação das receitas, fatores como o abastecimento, a disponibilidade de matérias-primas, a padronização das fichas técnicas, a organização das unidades, a gestão do desperdício, a comunicação da informação ambiental e a adaptação aos diferentes públicos influenciam a viabilidade das propostas desenvolvidas. Neste sentido, a sustentabilidade da restauração coletiva depende tanto da qualidade das receitas quanto da capacidade de inseri-las de forma consistente na operação diária.

Apesar dos contributos alcançados, o trabalho apresenta limitações que devem ser reconhecidas. A metodologia de cálculo aplicada não contemplou todas as etapas

do ciclo de vida das refeições, nomeadamente os consumos energéticos associados à confeção e determinadas fases logísticas posteriores ao fornecimento. Além disso, os estudos-piloto de análise sensorial tiveram caráter exploratório, com amostras e contextos específicos, pelo que os resultados devem ser interpretados como indicadores de aceitação e potencial de aplicação, e não como validação definitiva das receitas.

Como perspetivas futuras, seria relevante aprofundar a avaliação das preparações desenvolvidas em diferentes unidades, públicos e períodos de serviço, permitindo compreender melhor a sua aceitação em condições operacionais mais diversificadas. A integração de dados relativos ao desperdício alimentar, custos, consumo energético e à frequência real de escolha pelos consumidores também poderia tornar a avaliação das ementas mais completa, aproximando o cálculo ambiental da realidade efetiva do serviço alimentar.

A metodologia desenvolvida responde diretamente às diretivas da União Europeia e à legislação nacional de contratação pública sustentável. O modelo de classificação semafórica por limites absolutos de emissão por dose pode ser adotado por municípios e hospitais como critério objetivo de adjudicação e monitorização em cadernos de encargos de cantinas públicas. Fora da restauração coletiva, os operadores enfrentam pressões crescentes de reporte ambiental (ESG) e consumidores mais exigentes. A integração de ferramentas como a *My Emissions* no caso *Lanla* demonstra que restaurantes independentes e cadeias de restauração comercial podem usar a pegada de carbono como um atributo de valor

gastronómico, combinando gastronomia identitária com responsabilidade climática. O trabalho mostra que a mitigação carbónica não exige a eliminação impositiva da carne vermelha, o que frequentemente gera rejeição social e quebra de afluência nos refeitórios. O verdadeiro potencial reside na reorganização da ementa (destaque visual, posicionamento na linha de distribuição e rotulagem semafórica), tornando a opção de baixo impacto na escolha mais atrativa e natural. O binómio apresentado neste estudo, Quantificação Ambiental em ACV + Validação Sensorial Afetiva (Escala Hedónica e JAR), serve de guião replicável para qualquer empresa do setor agroalimentar que pretenda desenvolver produtos híbridos ou reformular gamas existentes, prevenindo o lançamento de produtos ecologicamente eficientes mas gastronomicamente falhados.

Outra possibilidade de desenvolvimento futuro passa pela criação de ferramentas de comunicação mais acessíveis, capazes de traduzir a informação técnica sobre pegada de carbono em formatos compreensíveis para o consumidor. A elaboração de recursos como um e-book de receitas sustentáveis, com informação nutricional, ambiental e gastronómica apresentada de forma clara, poderá contribuir para aumentar a literacia alimentar e reforçar a ligação entre conhecimento, escolha e prática culinária.

Em termos globais, este trabalho evidencia que a gastronomia pode desempenhar um papel ativo na construção de sistemas alimentares mais sustentáveis. A redução da pegada de carbono das refeições exige sensibilidade culinária, rigor técnico, compreensão operacional e atenção à experiência do consumidor. É

precisamente neste cruzamento entre ciência, sustentabilidade e gastronomia que se situa o contributo central deste projeto: mostrar que a restauração pode evoluir para modelos mais responsáveis sem perder identidade, qualidade sensorial e capacidade de resposta às necessidades reais dos consumidores.

X. Referências Bibliográficas

1. Assembleia da República. Lei n.º 11/2017, de 17 de abril: estabelece a obrigatoriedade de existência de opção vegetariana nas ementas das cantinas e refeitórios públicos. Diário da República. 2017 Abr 17;1.ª série(75):1984-1985.
2. Associação Vegetariana Portuguesa (ProVeg Portugal). Opção vegetariana nas cantinas públicas: um retrato da realidade. Alvim N, Oliveira J, coordenadores. Lisboa: Associação Vegetariana Portuguesa; 2022 Abr.
3. Lawless HT, Heymann H. Sensory evaluation of food: principles and practices. 2nd ed. New York: Springer; 2010. doi:10.1007/978-1-4419-6488-5
4. Springmann M. Valuation of the health and climate-change benefits of healthy diets: background paper for The State of Food Security and Nutrition in the World 2020. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO); 2020. doi:10.4060/cb1699en
5. Direção-Geral da Saúde. Programa Nacional para a Promoção da Alimentação Saudável 2022-2030. Lisboa: Direção-Geral da Saúde; 2022.
6. Blomhoff R, Andersen R, Arnesen EK, Christensen JJ, Eneroth H, Erkkola M, et al. Nordic Nutrition Recommendations 2023: integrating environmental aspects. Copenhagen: Nordic Council of Ministers; 2023. Available from: https://pub.norden.org/nord2023-003
7. United Nations. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development (A/RES/70/1). New York: United Nations; 2015.
8. Gertal. Sobre a Gertal [Internet]. Carnaxide: Grupo Trivalor; [cited 2026 Jun 17]. Available from: https://www3.gertal.pt/sobre/
9. Lopes C, Torres D, Oliveira A, Severo M, Alarcão V, Guiomar S, et al. Inquérito Alimentar Nacional e de Atividade Física, IAN-AF 2015-2016: relatório de resultados. Porto: Universidade do Porto; 2017.
10. Barilla Foundation. A one health approach to food: the Double Pyramid connecting food culture, health and climate. Parma: Barilla Center for Food & Nutrition; 2021.
11. Zengin FH, Tatar T. Comparison of vegetarian and omnivorous menus in nutrients, diet quality and environmental impact. Rev Nutr. 2025;38:e230251. doi:10.1590/1678-9865202538e230251
12. Dieng Sow C, Kabano S. Uruhimbi: Rwanda's gastronomy and culinary arts. A taste of its unique cuisine and culture. Kigali: FAO and RAI; 2025. doi:10.4060/cd1999en
13. Sousa AMC. Ementas Escolares Sustentáveis: proposta de critérios para avaliação qualitativa [dissertação de mestrado]. Porto: Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação da Universidade do Porto; 2021.
14. Shevkani K, Shivani B, Dhaka SS, Patil C. Cowpeas for sustainable agriculture and nutrition security: an overview of their nutritional quality and agroeconomic advantages. Discover Food. 2025;5:109.
15. TecnoAlimentar. Farinha de fava: o futuro da alimentação sustentável [Internet]. [cited 2026 Jun 17]. Available from:

https://www.tecnoalimentar.pt/noticias/farinha-de-fava-o-futuro-da-alimentacao-sustentavel/
16. Expresso. Chícharo: a leguminosa nutritiva que parece um tremoço e se coze como o grão [Internet]. 2022 Nov 15 [cited 2026 Jun 17]. Available from: https://expresso.pt/boa-cama-boa-mesa/iniciativas-e-produtos/da-terra-a-mesa/2022-11-15-Chicharo-a-leguminosa-nutritiva-que-parece-um-tremoco-e-se-coze-como-o-grao-fbd0f7fc
17. Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge (INSA). Tabela da Composição de Alimentos [Internet]. Lisboa: INSA; 2023 [cited 2026 Jun 17]. Available from: http://portfir.insa.pt/
18. ProVeg Portugal. Soja e sustentabilidade ambiental [Internet]. [cited 2026 Jun 17]. Available from: https://proveg.org/pt/artigos/soja-e-sustentabilidade-ambiental/
19. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the IPCC. Cambridge: Cambridge University Press; 2021.
20. United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). Adoption of the Paris Agreement (FCCC/CP/2015/L.9/Rev.1). Paris: UNFCCC; 2015.
21. Poore J, Nemecek T. Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. Science. 2018;360(6392):987-992. doi:10.1126/science.aaq0216
22. Ritchie H, Rosado P, Roser M. Environmental impacts of food production [Internet]. Our World in Data; 2022 [cited 2026 Jun 17]. Available from: https://ourworldindata.org/environmental-impacts-of-food
23. Rocha D, Teixeira A, Sousa C, Miguéis V, Neto B. Determinação de score ambiental das refeições servidas pelas empresas do Grupo Trivalor [Internet]. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto / Trivalor SGPS; 2024 [cited 2026 Jun 17]. Available from: https://www.ua.pt/file/81302
24. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT statistical database [Internet]. Rome: FAO; [cited 2021 Feb 6]. Available from: http://www.fao.org/faostat/en/#data
25. My Emissions. Food carbon footprint calculator and carbon labelling methodology [Internet]. London: My Emissions; [cited 2026 Jun 17]. Available from: https://myemissions.green/
26. World Resources Institute (WRI), World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). Greenhouse Gas Protocol: Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard. Washington, DC: WRI/WBCSD; 2011.
27. International Organization for Standardization (ISO). ISO 14067:2018 — Greenhouse gases — Carbon footprint of products — Requirements and guidelines for quantification. Geneva: ISO; 2018.
28. CarbonCloud. Brief methodology [Internet]. Gothenburg: CarbonCloud; [cited 2026 Jun 17]. Available from: https://carboncloud.com/brief-methodology/
29. Spence C. Gastrophysics: the new science of eating. London: Viking Penguin; 2017.

XI. Anexos e Apêndices

Apêndice A - Questionário de avaliação sensorial

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO SENSORIAL

Projeto de Mestrado em Ciências Gastronómicas

Estudante: Amarah Luna

Nome do Prato: _____

Data: ____ / ____ / _____

Por favor, assinale (☒) a opção que melhor representa a sua opinião.

Nota:
Utilize a escala de 1 a 9 para responder às questões de avaliação sensorial, sendo:

1 = Não gostei extremamente

2 = Não gostei muito

3 = Não gostei moderadamente

4 = Não gostei ligeiramente

5 = Nem gostei nem desgostei

6 = Gostei ligeiramente

7 = Gostei moderadamente

8 = Gostei muito

9 = Gostei extremamente.

1. **Aceitação Global**

De forma geral, qual é o seu grau de apreciação deste prato?

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9

2. **Avaliação dos Atributos**

Sabor

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9

Textura

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9

Aroma

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9

Aspeto / Apresentação

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9

3. Intensidade do Sabor Global

☐ Muito fraco

☐ Um pouco fraco

☐ No ponto

☐ Um pouco intenso

☐ Muito intenso

4. Intensidade do Sal

☐ Muito pouco salgado

☐ Pouco salgado

☐ No ponto

☐ Um pouco salgado

☐ Demasiado salgado

5. Intenção de consumo

Se este prato estivesse disponível no refeitório onde habitualmente faz as suas refeições, consideraria como uma opção?

☐ Certamente não

☐ Provavelmente não

☐ Talvez

☐ Provavelmente sim

☐ Certamente sim

6. Se pudesse melhorar uma coisa neste prato, o que seria?

☐ Sal

☐ Intensidade de sabor / tempero

☐ Textura

☐ Suculência / humidade

☐ Aparência / apresentação

☐ Temperatura de serviço

☐ Quantidade de molho

☐ Nenhuma alteração

☐ Outro: _____

7. Frequência de consumo de pratos semelhantes

☐ Raramente

☐ 1–2 vezes por mês

☐ 1–2 vezes por semana

☐ 3 ou mais vezes por semana

8. Equilíbrio da Composição do Prato

8.1 Perceção de equilíbrio global da refeição

Na sua opinião, este prato apresenta um equilíbrio adequado entre os seus componentes (ex.: proteína, acompanhamento, hortícolas)?

☐ Muito desequilibrado
☐ Pouco equilibrado
☐ Nem equilibrado nem desequilibrado
☐ Equilibrado
☐ Muito equilibrado

8.2 Quantidade de proteína no prato

☐ Muito pouca
☐ Pouca
☐ Adequada
☐ Um pouco excessiva
☐ Excessiva

8.3 Quantidade de acompanhamento (arroz/massa/batata/cuscuz, etc.)

☐ Muito pouca
☐ Pouca
☐ Adequada
☐ Um pouco excessiva
☐ Excessiva

8.4 Quantidade de hortícolas

☐ Muito pouca
☐ Pouca
☐ Adequada
☐ Um pouco excessiva
☐ Excessiva

9. Se soubesse que este prato tem menor pegada de carbono do que alternativas tradicionais, isso aumentaria a sua probabilidade de escolha?

☐ Nada provável
☐ Pouco provável
☐ Nem provável nem improvável
☐ Provável
☐ Muito provável

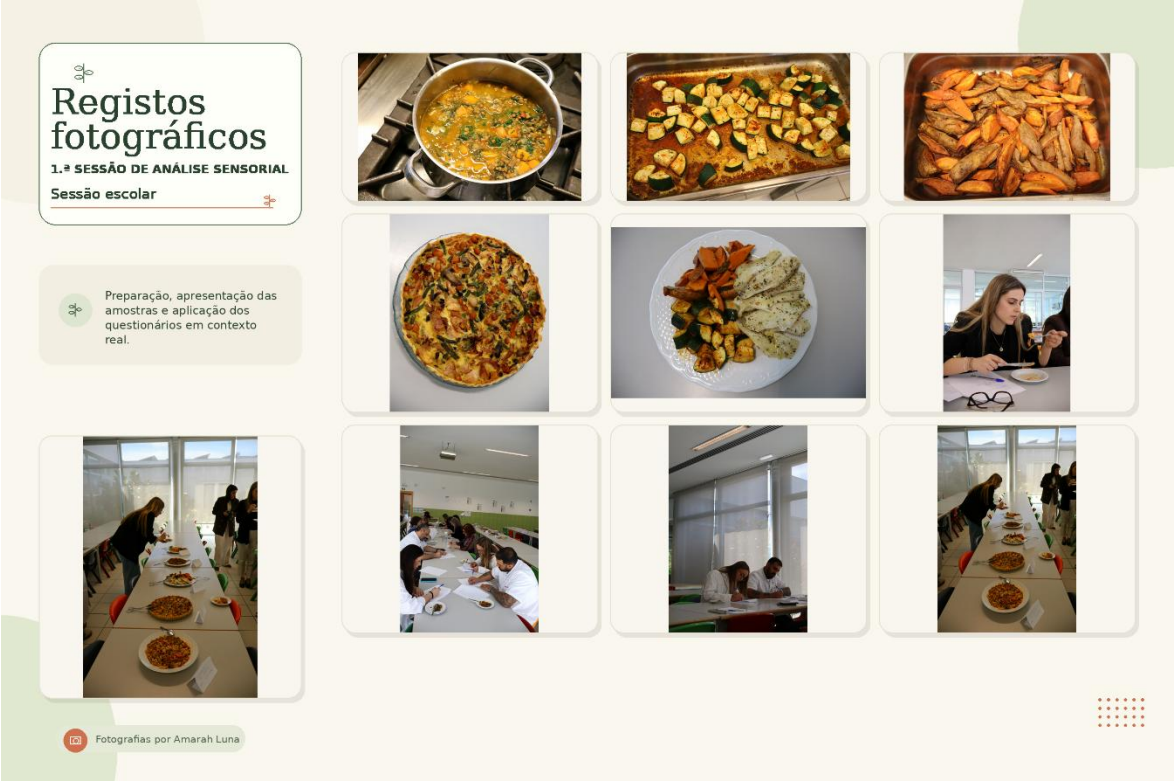
10. Comentários (opcional)

_____

_____

_____

Apêndice B – Registos fotográficos da análise sensorial





Apêndice C- Menu do *Lanla* com a Pegada de Carbono

Menu

Entrada

Raízes: Caldo de inhame e gengibre, com folhas de moringa e infusão de óleo de coco.

Terra: Salada de abóbora e quiabos grelhados com castanha de caju, rúcula e vinagrete de tamarindo.

Prato Principal

Floresta: Matapa desconstruída - puré de folha de mandioca com espuma de leite de coco, crocante de amendoim e chips de batata-doce.

Lagoa: Filete de carapau grelhado com azeite de hortelã, servido sobre puré de batata com rhale e chips de banana.

Sobremesa

Jardim: Mousse de manga com topping de sementes de girassol caramelizadas em mel, finalizadas com raspas de limão e pétalas de capuchinha.

Chuva: mini-bolo húmido de chocolate e mandioca coberto com chantilly de coco.

Lanla by Luna

Menu

Entrada

Tropical: Tártaro de abacate e manga verde com coentros e vinagrete de limão, servido com crocantes de arroz.

Mar: Croquetes de mandioca com camarão, cenoura e ervilha, servidos com molho agridoce de piri-piri.

Prato Principal

Origem: Caril de grão-de-bico e leite de coco, servido com xima e achar de limão.

Encanto: Panqueca recheada com frango à zambeziana, espinafres baby salteados e molho de tamarindo.

Sobremesa

Escuridão: Brownie de batata doce e tâmaras, servido com gelado de castanha de caju.

Eclipse: Tiramisù de Amarula com biscoitos de mapira embebidos em infusão suave de café.

Lanla by Luna

Menu

Brunch

Bebida

Infusões e Chás
Cafés
Kombuchas
Águas aromatizadas

Comida

Salgados

Quiche: queijo, folhas de mandioca e amendoim.
Pão de queijo: com castanha de caju.
Tostas: Tomate cherry, queijo e manjericão ou abacate com ovo escalfado.
Sandes: Bhadjia com salada de alface ou patê de atum com tomate cherry.
Tortilha: batata, arroz ou mandioca.
Noodles: com vegetais grelhados

Doces

Cupcake: arroz, batata doce, cenoura, ou espinafre.
Panquecas: moringa, baunilha, amendoim, cacau ou banana.
Waffle: de inhame com mel.
Espetadas: ananás, lima e laranja.
Biscoitos: Hibisco, coco ou amendoim.
Iogurte vegetal: frutas e granola artesanal.

Lanla by Luna

Menu

Frescura

Kombucha
manga verde e hortelã
hibisco com limão kaffir
ananás e gengibre
lichia e água de rosas
Águas aromatizadas:
hortelã e flor de perpétua roxa
pepino, lima e manjericão africano
laranja, tangerina e toranja
Balacate e gengibre

Acolhimento

Infusões e chás:
casca de maçaniqueira
perpétua roxa e limão
folha de goiabeira e flor de hibisco
cúrcuma flor de anis e canela
Cafés:
óleo essencial de lavanda
baunilha e flor de sal
óleo essencial de laranja
infusão de hortelã

Lanla by Luna



Menu

Mocktails

Savana– sumo de maracujá com água gaseificada, manjericão fresco e mel de laranjeira.

Índico– granizado de limão e hibisco com uma pitada de flor de sal.

Néctar– sumo de maçã, espinafre e pepino com toque de gengibre.

Tambor– chá preto frio com aroma de baunilha e espuma de leite vegetal.

Concha– sumo de caju natural com raspas de lima e folha de menta.

Coqueiro– água de coco com lima, mel de massala e flor de lavanda.

Lanla by Luna

Apêndice D- Maquete do ebook



RECEITA 02

Biryani com Tofu

VEGETARIANA INDO-MOÇAMBICANA PRATO PRINCIPAL

Memória da receita

Receita de memória familiar, inspirada no biryani aprendido com a avó e reinterpretada com tofu. Mantém a construção em camadas, o arroz basmati solto, o perfume das especiarias e a frescura do raita.

INGREDIENTES

- 400 g tofu
- 800 g arroz basmati
- 5 cebolas (aprox. 400 g)
- 2 batatas (aprox. 340 g)
- 6 ovos (aprox. 330 g)
- 7 tomates (600 g)
- 1 pepino baby (180 g)
- 25 g manteiga
- Azeite q.b.
- 50 ml iogurte natural
- Coentros frescos q.b.
- Especiarias: caril, biryani, açafrão, páprica, alho, piripíri, gengibre, pimenta preta, canela, cravinho, anis, cominhos, cardamomo e sal

A

1.20 kg CO_2e/kg
PEGADA CARBÓNICA

Etapa dominante

Produção agrícola - 50%

Indicador para leitura ambiental da receita

Maquete editorial - dados de ingredientes, pegada e ciclo de vida extraídos do ebook original.

BIRYANI COM TOFU

Modo de preparo

PREPARAÇÃO

1. Marine o tofu com açafrão, páprica, alho, gengibre, pimenta preta, gotas de limão e azeite. Deixe repousar e frite até dourar.
2. Para o arroz, frite 1 cebola com canela, cravinho, anis, cardamomo, cominhos e mistura para biryani. Adicione água, coza o arroz até ficar solto e junte a manteiga.
3. Frite as restantes cebolas até ficarem crocantes. Frite as batatas em cubos pequenos. Coza os ovos e reserve tudo separadamente.
4. Prepare o molho: frite os tomates picados com açafrão, mistura de caril, páprica e sal. Adicione água e deixe apurar. Termine com parte da cebola frita e coentros.
5. Para o raita, misture pepino ralado e escorrido com iogurte, alho, piripíri, coentros, cominhos, cebola, sal, limão e um pouco de água. Sirva frio.
6. Monte em camadas: arroz, molho de caril, tofu, cebola, batata e coentros. Adicione um pouco de água no fundo, tape com alumínio e aqueça até criar vapor.
7. Finalize com ovos cozidos e coentros. Sirva com o raita para equilibrar o picante.

Notas da cozinha

- Para uma versão vegana: retire os ovos, use iogurte vegetal e substitua a manteiga por creme vegetal.
- A ordem de preparação pode ser ajustada conforme a logística da cozinha.

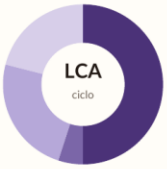
Sustentabilidade

Leitura sintética da pegada carbónica e das etapas do ciclo de vida da receita.

A

1.20 kg CO_2e/kg
PEGADA CARBÓNICA

Ciclo de vida



Produção agrícola	50%
Processamento	5%
Embalagem	24%
Transporte	21%

RECEITA 03

Lasanha de Lentilhas

VEGANA | RICA EM LEGUMINOSAS | CONFORTO SUSTENTÁVEL

Memória da receita

Desenvolvida no contexto da unidade curricular Alimentação e Nutrição Humana, esta versão vegana procura preservar cremosidade e sabor, substituindo a estrutura cárnica por lentilhas, cogumelos e molho vegetal.

INGREDIENTES

- 1 cebola
- 2 colheres de sopa de azeite (30 ml)
- 2 folhas de louro
- 400 g cogumelos
- 2 cenouras (160 g)
- 60 g pasta de tomate
- 60 g massa de pimentão
- 260 g lentilhas
- 350 g polpa de tomate
- Temperos: páprica, açafrão, vinagre de frutos vermelhos, manjericão, orégãos, tomilho, pimenta preta, limão e sal
- 320 g placas de lasanha
- 400 ml bechamel vegetal
- 150 g queijo vegetal ralado

B

2.23 kg CO_2e/kg
PEGADA CARBÓNICA

Etapa dominante

Produção agrícola - 68%

Indicador para leitura ambiental da receita

Maquete editorial - dados de ingredientes, pegada e ciclo de vida extraídos do ebook original.

LASANHA DE LENTILHAS

Modo de preparo

PREPARAÇÃO

1. Refogue a cebola com as folhas de louro. Junte os cogumelos picados e deixe cozinhar com as especiarias em lume médio-alto.
2. Adicione as cenouras, a pasta de tomate, a massa de pimentão, as lentilhas e a polpa de tomate. Envolva, tape e deixe cozinhar cerca de 10 minutos. Finalize com sumo de limão.
3. Monte a lasanha em camadas alternadas: massa, recheio, bechamel vegetal e queijo vegetal. Repita até terminar os ingredientes.
4. Leve ao forno a 200 °C durante 40 a 45 minutos, ou até ficar gratinada e com a massa cozinhada.

Notas da cozinha

- O molho deve ficar ligeiramente líquido para hidratar as placas de lasanha durante a cozedura.
- Pode usar placas sem glúten e preparar o bechamel com bebida vegetal.

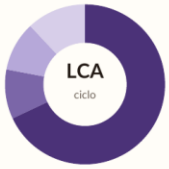
Sustentabilidade

Leitura sintética da pegada carbónica e das etapas do ciclo de vida da receita.

B

2.23 kg CO_2e/kg
PEGADA CARBÓNICA

Ciclo de vida



Produção agrícola	68%
Processamento	10%
Embalagem	10%
Transporte	12%

RECEITA 04

Caril de grão-de-bico

VEGETARIANA · ADAPTÁVEL A VEGANA · ÍNDIA X MOÇAMBIQUE

Memória da receita

Nasceu num convívio do mestrado como resposta simples e afetiva ao desafio de partilhar sabores de origem. Une especiarias indianas, leite de coco, manga e caju, criando um caril cremoso e aromático.

INGREDIENTES

- 1 cebola média
- 2 dentes de alho
- 1/4 de pimento
- 250 g grão-de-bico cozido
- 200 ml leite de coco
- 20 g pasta de tomate
- 120 ml água quente
- 1 colher de café de mistura de caril
- 1 colher de café de mistura de butter chicken
- 25 g castanha de caju
- Sumo de 1/2 lima
- 1/2 manga
- Coentros frescos q.b.
- Sal q.b.
- Azeite q.b.



1.50 kg CO_2e/kg
PEGADA CARBÓNICA

Etapa dominante

Produção agrícola - 40%

Indicador para leitura ambiental da receita

Maquete editorial - dados de ingredientes, pegada e ciclo de vida extraídos do ebook original.

CARIL DE GRÃO-DE-BICO

Modo de preparo

PREPARAÇÃO

1. Refogue a cebola, o alho e o pimento em azeite. Adicione o grão-de-bico e salteie com as especiarias.
2. Junte o leite de coco, a pasta de tomate e a água quente. Deixe apurar até obter uma consistência cremosa.
3. Finalize com coentros frescos, sumo de lima, castanhas de caju picadas e manga em rodelas.

Notas da cozinha

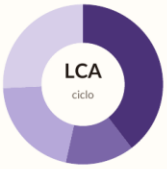
- Para maior digestibilidade, pode descascar o grão-de-bico.
- Sirva com naan ou arroz basmati. Espinafres também combinam bem.

Sustentabilidade

Leitura sintética da pegada carbónica e das etapas do ciclo de vida da receita.



Ciclo de vida



Produção agrícola	40%
Processamento	14%
Embalagem	21%
Transporte	26%

Apêndice E- Listagem dos pratos desenvolvidos para o portefólio culinário

RECEITAS (Total análise inicial: 50)

Reformulações Gertal (20)

1. Esparguete à bolonhesa
2. Tranches de pescada gratinados
3. Jardineira de carne de vaca
4. Tirinhas de pota panadas no forno com arroz de couve branca e tomate
5. Filete de alabote no forno com semolina de milho e salada russa
6. Filetes de solha com batata a murro
7. Bacalhau gratinado com batata e molho branco
8. Chili de carne de vaca picada com arroz
9. Esparguete com carnes (porco e frango) e legumes
10. Coelho assado no forno com alecrim
11. Arroz de pato à Porto antigo
12. Febras à moda do Porto com batata frita e arroz
13. Bife da vazia com molho de pimenta e arroz
14. Cubinhos de vitela estufados com cogumelos e penne
15. Feijoada à transmontana
16. Caldeirada de bacalhau
17. Massada de marisco
18. Dourada grelhada com batata e legumes
19. Polvo cozido com molho verde e batata a vapor
20. Red fish à padeiro

Após o cálculo da Pegada de Carbono e a análise individual de cada prato, algumas opções foram descartadas por não serem reformuláveis, ficando no final com 12 propostas apresentadas.

Vegetarianas (10)

21. Almôndegas de lentilhas e cogumelos com puré de batata-doce e espinafres

22. Gratinado de grão-de-bico, alho-francês e couve-flor com molho de iogurte
23. Ovos escalfados com ragú de lentilhas e arroz aromatizado
24. Lasanha de lentilhas e legumes assados com ricota
25. Canelones com cogumelos, espinafres e molho de tomate
26. Caril de grão e abóbora com leite de coco e arroz basmati
27. Feijoada de feijão branco e legumes com arroz
28. Cuscuz com legumes assados e grão com molho de soja e limão
29. Almôndegas veganas de grão e aveia com massa (sem ovo)
30. Arroz aromático colorido com tofu

Após a análise destas opções, foram adicionadas a proposta final mais 12 pratos (ficando com um total de 22 opções vegetarianas), nomeadamente:

- Cogumelos salteados com feijão-frade e abóbora assada
- Massa com Croquetes de abóbora e lentilhas com couve salteada
- Estufado de lentilhas e abóbora com arroz
- Couve recheada com cogumelos e grão e arroz de alho
- Bolinho de feijão com curgete assada e queijo com arroz de coco
- Falafel de chícharo com arroz de tomate e molho de iogurte
- Estufado de chícharo com tomate e espinafres e arroz
- Massa com tofu e legumes em molho de mel e limão
- Salada de quinoa, grão e laranja com molho de abacate
- Arroz de lentilhas com couve e requeijão
- Crepes de cenoura com espinafres e requeijão
- Massa bolonhesa vegetal de soja e cogumelos

Carne (10)

31. Caril de peru estufado com grão e com arroz
32. Frango assado com legumes da época e molho de coco
33. Arroz de frango com legumes e molho de soja
34. Espetadas de frango com puré de favas e molho de tomate
35. Peru salteado com cogumelos e cuscuz

36. Fricassé de frango com arroz de limão
37. Tarte de pato com laranja e legumes
38. Peru estufado com arroz e puré de maçã
39. Frango marinado com iogurte, especiarias e arroz de vegetais
40. Quiche de frango e cogumelos

Após a análise destas opções, foram adicionadas a proposta final mais 4 pratos (ficando com um total de 14 opções de carne), nomeadamente:

- Salada de frango salteado com feijão e legumes
- Peru estufado com polenta
- Frango assado com arroz de castanhas e ervas
- Caril de frango com coco e amendoim

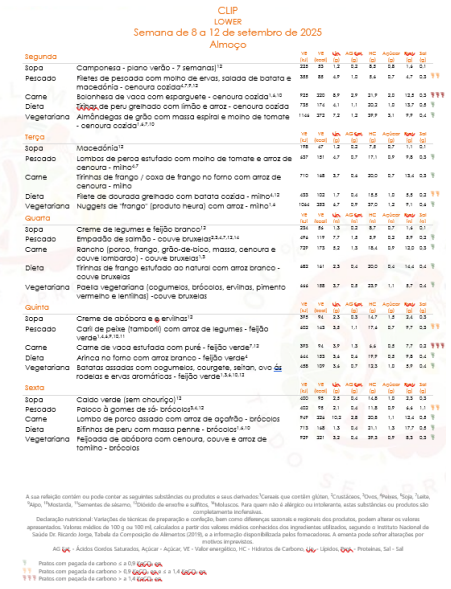
Pescado (10)

41. Sardinhas assadas com tomate, pimentos e batata
42. Ovos recheados com patê de sardinha e batatinhas assadas
43. Cavala assada com legumes da época e arroz de cenoura
44. Lulas assadas com puré de grão-de-bico
45. Carapau à portuguesa com cuscuz
46. Caril de peixe com leite de coco e puré de mandioca
47. Paella de peixe
48. Massada de choco com ervilhas
49. Robalo em crosta de ervas com arroz de coco
50. Massa com atum, molho de tomate e queijo feta

Após a análise destas opções, foram adicionadas a proposta final mais 5 pratos (ficando com um total de 15 opções de pescado), nomeadamente:

- Filete de Tilapia com batata-doce e legumes
- Salada de feijão-frade e cuscuz com vinagrete de anchova
- Arroz de feijão e tomate com robalo no forno
- Caldeirada de peixe com mandioca e coco
- Jardineira de Tilápia com arroz de coco

Anexo A – Exemplo da estrutura das ementas (Fonte: Gertal)



CLIP
LOWER
Semana de 8 a 12 de setembro de 2025
Almoço

		VE (kJ)	VE (kcal)	Lip. (g)	AG Sat. (g)	HC (g)	Açúcar (g)	Prot. (g)	Sal (g)
Segunda									
Sopa	Camponesa - piano verão - 7 semanas)[1,2]	222	53	1,2	0,2	8,2	2,8	1,6	0,1
Pescado	Filetes de pescada com molho de ervas, salada de batata e macedónia - cenoura cozida[4,7,9,12]	588	88	4,9	1,0	8,6	0,7	6,7	0,3
Carne	Bacalhoeza de vaca com espargueete - cenoura cozida[1,6,10]	925	220	8,9	2,9	21,9	2,0	12,5	0,3
Dieta	Tranças de peru grelhado com limão e arroz - cenoura cozida	738	174	6,1	1,1	20,3	1,0	13,7	0,8
Vegetariana	Almôndegas de grão com massa espiral e molho de tomate - cenoura cozida[1,6,7,12]	1144	272	7,2	1,2	39,9	3,1	9,9	0,4
Terça									
Sopa	Macedónia[1,2]	198	47	1,2	0,2	7,8	0,7	1,1	0,1
Pescado	Lombos de perca estufado com molho de tomate e arroz de cenoura - milho[4,7]	637	151	4,7	0,7	17,1	0,9	9,8	0,3
Carne	Tirinnas de frango / coxa de frango no forno com arroz de cenoura - milho	710	168	3,7	0,6	30,0	0,7	13,6	0,3
Dieta	Filete de dourada grelhado com batata cozida - milho[4,12]	655	102	1,7	0,4	15,8	1,0	8,8	0,2
Vegetariana	Nuggets de 'frango' (produto heura) com arroz - milho[1,6]	1066	255	6,7	0,9	37,0	1,2	9,1	0,6
Quarta									
Sopa	Creme de legumes e feijão branco[1,2]	234	56	1,3	0,2	8,7	0,7	1,6	0,1
Pescado	Empadão de salmão - couve bruxelas[4,5,4,7,12,14]	496	119	7,7	1,8	8,9	0,2	8,9	0,3
Carne	Ranchо (porco, frango, grão-de-bico, massa, cenoura e couve lombardo) - couve bruxelas[1,9]	739	175	8,2	1,3	18,4	0,9	13,0	0,5
Dieta	Tirinnas de frango estufado ao natural com arroz branco - couve bruxelas	682	161	2,3	0,6	30,0	0,6	14,4	0,4
Vegetariana	Paella vegetariana (cogumelos, brócolos, ervilhas, pimento vermelho e lentilhas) -couve bruxelas	644	188	3,7	0,8	33,7	1,1	8,7	0,6
Quinta									
Sopa	Creme de abóbora e g ervilhas[1,2]	395	94	2,5	0,3	14,7	1,8	2,6	0,3
Pescado	Carli de pelxe (tamboril) com arroz de legumes - feijão verde[1,4,4,9,10,11]	602	143	3,8	1,1	17,4	0,7	9,7	0,3
Carne	Carne de vaca estufada com puré - feijão verde[7,12]	593	94	3,9	1,3	6,6	0,8	7,7	0,3
Dieta	Arinca no forno com arroz branco - feijão verde[4]	644	153	3,6	0,6	19,9	0,8	9,8	0,4
Vegetariana	Batatas assadas com cogumelos, courgete, seitan, ovo às rodelas e ervas aromáticas - feijão verde[3,6,10,13]	658	159	3,6	0,7	13,3	1,0	5,9	0,6
Sexta									
Sopa	Caldo verde (sem chouriço)[1,2]	420	95	2,5	0,6	14,8	1,0	2,3	0,3
Pescado	Palaco à gomes de só- brócolos[5,6,12]	602	98	2,1	0,6	11,8	0,9	6,6	1,1
Carne	Lombo de porco assado com arroz de açafrão - brócolos	969	226	10,0	2,8	20,8	1,1	12,6	0,8
Dieta	Bifinhos de peru com massa penne - brócolos[1,6,10]	713	168	1,5	0,6	31,1	1,3	17,7	0,8
Vegetariana	Feijoada de abóbora com cenoura, couve e arroz de tomilho - brócolos	929	221	3,2	0,6	39,3	0,9	8,5	0,3

A sua refeição contém ou pode conter as seguintes substâncias ou produtos e seus derivados:[1]Cereais que contêm glúten, [2]Crustáceos, [3]Ovos, [4]Peixes, [5]Soja, [6]Leite, [7]Kapo, [8]Mostarda, [9]Sementes de sésamo, [10]Dióxido de enxofre e sulfitos, [11]Moluscos. Para quem não é alérgico ou intolerante, estas substâncias ou produtos são completamente inofensivos.

Declaração nutricional: Variações da técnicas de preparação e confeção, bem como diferenças sazonais e regionais dos produtos, podem afetar os valores apresentados. Valores médios de 100 g ou 100 ml, calculados a partir dos valores médios conhecidos dos ingredientes utilizados, segundo o Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge, Tabela da Composição de Alimentos (2019), e a informação disponibilizada pelos fornecedores. A ementa pode sofrer alterações por motivos imprevistos.

AG Sat. - Ácidos Gordos Saturados, Açúcar - Açúcar, VE - Valor energético, HC - Hidratos de Carbono, Lip. - Lipídos, Prot. - Proteínas, Sal - Sal

Pratos com pegada de carbono < a 0,9 kgCO2 eq.
Pratos com pegada de carbono > 0,9 kgCO2 eq. e < a 1,4 kgCO2 eq.
Pratos com pegada de carbono > a 1,4 kgCO2 eq.

Anexo B – Exemplo da estrutura das fichas técnicas (Fonte: Gertal)

Segunda, 01-09-2025

Canja de galinha

Modo de Preparação

Lavar bem, descascar (se necessário) e cortar os ingredientes a utilizar durante a confeção.
Preparar a carne. Limpar, retirar o excesso de gordura, lavar e cortar em pedaços pequenos, se necessário.
Em água temperada com sal (ou outros temperos como especiarias e ervas aromáticas, caso sejam adequados), cozer a carne. Depois de cozida, desossar, desfiar e reservar.
Na água de cozedura da carne, cozer a cenoura e as ervilhas. Um pouco mais tarde adicionar as massinhas. Depois de tudo cozido, adicionar de novo a carne desfiada e deixar apurar. No final da confeção adicionar o azeite, se necessário.

O modo de preparação descrito deve ter em conta apenas os ingredientes mencionados na lista de ingredientes abaixo apresentada.

Método Culinário: Cozido

Ingredientes	Peso (g ou ml)	VE (kJ)	VE (kcal)	Líp. (g)	AG Sat. (g)	HC (g)	Açúcar (g)	Prot. (g)	Sal (g)
Água	100,0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Galinha	35,0	104	25	0,4	0,1	0,0	0,0	5,1	0,0
Cenoura	30,0	26	6	0,0	0,0	1,1	1,0	0,1	0,0
Ervilhas	30,0	85	20	0,2	0,0	2,1	0,4	1,6	0,0
Massa pevide[1A,1B]	25,0	377	89	0,5	0,1	17,8	0,9	3,0	0,0
Sal grosso	0,2	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
Total (por 100g ou 100ml)		293	69	0,5	0,1	10,4	1,1	4,9	0,1

Alergénios

A sua refeição contém ou pode conter as seguintes substâncias ou produtos e seus derivados: (1) Cereais que contêm glúten, (6) Soja, (10) Mostarda. Se é alérgico a algum alimento, por favor informe-se junto da nossa equipa. Não poderão ser excluídas possíveis contaminações cruzadas. Para quem não é alérgico ou intolerante, estas substâncias ou produtos são completamente inofensivas. Para quem não é alérgico ou intolerante, estas substâncias ou produtos são completamente inofensivas.

Legenda

VE - Valor energético, Líp. - Lípidos, AG Sat. - Ácidos Gordos Saturados, HC - Hidratos de Carbono, Açúcar - Açúcar, Prot. - Proteínas, Sal - Sal

Anexo C - Receitas da Chef Fátima Guetes e do Chef Carlos Vieira.

FRANGO CORADO COM ARROZ DE MÍSCAROS

Fátima Guetes



INGREDIENTES

Para o Frango:
- Frango do campo 1 kg
- Sal q.b.
- Pimenta q.b.
- Azeite
- Alho picado
- Vinho
- Louro

Para o Arroz de Míscaros:
- Cebola q.b.
- Arroz ½ kg
- Água 1.5 L
- Míscaros

MODO DE PREPARO

Frango Corado

Coloca-se numa sertã o azeite e o alho. Em seguida, coloca-se o frango já temperado com sal, vinho e louro. Deixa-se alourar. Vai ao forno a 110 °C durante 30 min.

Arroz de Míscaros

Num tacho, coloca-se a cebola e o alho. Deixa-se alourar um pouco. Coloca-se os míscaros e a água a ferver, de seguida o arroz e deixa-se cozer.

Nota: Cola-se o Arroz no abatedor



FILETES DE ROBALO COM AÇORDA DO MESMO

Chef Carlos Vieira



INGREDIENTES

Para o peixe:
- Robalo (aprox. 2 kg)
- Sal q.b.
- Pimenta q.b.
- Tomilho q.b.
- Azeite
- Alho

Para a açorda:
- Espinhas do robalo
- Cebola picada
- Alho picado
- Tomate natural
- Pão (preferencialmente do dia anterior)
- Água da cozedura do peixe

MODO DE PREPARO

1. Preparar o peixe:

Arranja-se o robalo, separando os filetes das espinhas. Tempera-se o peixe com sal, pimenta e tomilho. Reserva-se.

2. Preparar o caldo e a açorda:

Aproveitam-se as espinhas do robalo para fazer o caldo que servirá de base à açorda. Num tacho, coloca-se cebola e alho picados. Deixa-se alourar e junta-se o tomate natural. Adiciona-se a água da cozedura do robalo. Com essa mesma água, junta-se o pão e envolve-se tudo até obter uma açorda cremosa.

3. Confecção dos filetes:

Enrola-se os filetes de robalo e colocam-se num tabuleiro.
Regam-se com azeite e alho e levam-se ao forno a 120 °C até ficarem tenros.

4.Finalização:

Serve-se os filetes de robalo sobre a açorda, podendo decorar com ervas frescas, tomate cereja ou flores comestíveis.

Anexo D- Avaliação do Desempenho Ambiental CLIP

Colégio Luso-Internacional do Porto (CLIP)

Avaliação do Desempenho Ambiental da Oferta Alimentar (Perfil Escolar Multicultural | 220 preparações analisadas)

INDICADOR DE IMPACTO	OPÇÃO VEGETARIANA	PESCADO E DIETA	OPÇÃO CARNE	TOTAL GLOBAL (CLIP)
Preparações avaliadas	**55** (25,0%)	**110** (50,0%)	**55** (25,0%)	**220** (100%)
Preparações Verdes (≤ 0,90 kg CO_2-eq)	🌱 100,0%	🌱 Predomínio Verde	Intermédio	🌱 72,7% (160)
Preparações Amarelas (0,90–1,40 kg CO_2-eq)	0,0%	Equilibrado	Expressivo	17,3% (38)
Preparações Vermelhas (> 1,40 kg CO_2-eq)	0,0%	⚠ 8,2% (9)	⚠ 23,6% (13)	⚠ 10,0% (22)
Destaque de sustentabilidade	Robustez vegetal plena	Variação por espécie	Impacto de ruminantes	**72,7% Baixo Impacto**

✓ **Resultado-chave:** O CLIP apresenta um perfil global francamente sustentável com **72,7% de pratos Verdes** (≤ 0,90 kg CO_2-eq), sustentado pela **Opção Vegetariana (100% Verde)**. A margem prioritária de intervenção centra-se na Carne (13 pratos Vermelhos devido a ruminantes).

Tabela-resumo | Metodologia Gertal / TriFootFood



Anexo E- Avaliação do Desempenho Ambiental Siemens Gamesa

Siemens Gamesa

Avaliação do Desempenho Ambiental das Ementas (Perfil Empresarial Industrial | 160 preparações analisadas)

INDICADOR DE IMPACTO	VEGETARIANO	SOPA + SALADA	OPÇÃO CARNE	OPÇÃO PESCADO	TOTAL GLOBAL
Preparações avaliadas	40	40	40	40	160
Preparações Verdes (≤ 0,90 kg CO_2-eq)	🌱 85,0% (34)	🌱 82,5% (33)	10,0% (4)	12,5% (5)	🌱 47,5% (76)
Preparações Amarelas (0,90–1,40 kg CO_2-eq)	15,0% (6)	17,5% (7)	50,0% (20)	20,0% (8)	25,6% (41)
Preparações Vermelhas (> 1,40 kg CO_2-eq)	0,0% (0)	0,0% (0)	⚠ 40,0% (16)	⚠ 67,5% (27)	⚠ 26,9% (43)
Destaque de sustentabilidade	Excelente desempenho	Elevada consistência	Impacto moderado/alto	Maior n.º vermelhos	**Forte potencial**

✓ **Resultado-chave:** As opções de base vegetal (Vegetariano e Sopa+Salada) alcançaram **83,8% de pratos Verdes** e ausência total (0%) de Vermelhos, enquanto Carne e Pescado concentraram **43 pratos Vermelhos**, revelando elevado potencial de reformulação.

Tabela-resumo | Metodologia Gertal / TriFootFood



Anexo F- Avaliação do Desempenho Ambiental Integrada das Unidades Operacionais

Avaliação Ambiental Integrada das Unidades Operacionais

Desempenho da Pegada de Carbono em Contexto Real (Ensino Privado, Empresarial e Escolas Públicas | 500 preparações)

UNIDADE OPERACIONAL	PERFIL / SETOR	AMOSTRA (N)	VERDES (≤0,90 KG)	AMARELAS (0,90–1,40)	VERMELHAS (>1,40 KG)	DESTAQUE PRINCIPAL
CLIP (Porto)	Escolar Multicultural	**220** (44%)	🌱 **72,7% (160)**	**17,3% (38)**	⚠ **10,0% (22)**	100% Veg. Verde
Siemens Gamesa	Empresarial Industrial	**160** (32%)	🌱 **47,5% (76)**	**25,6% (41)**	⚠ **26,9% (43)**	Carne/Peixe a rever
Município da Maia	Escolar Municipal (8 sem.)	**80** (16%)	🌱 **70,0% (56)**	**11,3% (9)**	⚠ **18,8% (15)**	Veg. −62% CO_2e
Município da Póvoa de Varzim	Escolar Municipal (4 sem.)	**40** (8%)	🌱 **67,5% (27)**	**15,0% (6)**	⚠ **17,5% (7)**	Veg. −79% CO_2e
TOTAL GLOBAL INTEGRADO	**4 Unidades (Gertal)**	**500 (100%)**	🌱 **63,8% (319)**	**18,8% (94)**	⚠ **17,4% (87)**	**Predomínio Verde**

✓ **Síntese Global Integrada:** Em **500 preparações avaliadas** nas 4 unidades, **63,8% (319 pratos) situaram-se no nível Verde** (≤ 0,90 kg CO_2-eq). A opção Vegetariana provou ser a alavanca mais consistente (>97% Verde e reduções de 62% a 79%), enquanto Carne e Pescado concentraram as necessidades de reformulação.

Quadro-resumo global integrado | Metodologia Gertal / TriFootFood

