



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS



LARA ALVES DA MOTA

**IMPACTO DAS DEFICIÊCIAS AUDITIVA E VISUAL NA PERCEPÇÃO
SENSORIAL DE ALIMENTOS**

Patos de Minas - MG

2025

LARA ALVES DA MOTA

Impacto das deficiências auditiva e visual na percepção sensorial de alimentos

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Engenharia Química da
Universidade Federal de Uberlândia como
requisito parcial para obtenção do título de
bacharel em engenharia de alimentos.

Orientador: Prof^a Dr^a Michelle Andriati
Sentanin

Patos de Minas - MG

2025



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Faculdade de Engenharia Química

Av. João Naves de Ávila, 2121, Bloco 1K - Bairro Santa Mônica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902

Telefone: (34) 3239-4285 - seddireq@feq.ufu.br - www.feq.ufu.br



HOMOLOGAÇÃO Nº 123

LARA ALVES DA MOTA

Impacto das deficiências auditiva e visual na percepção sensorial de alimentos

Projeto Final de Curso aprovado nesta data para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) - *campus Patos de Minas (MG)* pela banca examinadora constituída por:

Prof.ª Dr.ª Michelle Andriati Sentanin

Orientadora - Faculdade de Engenharia Química - FEQUI/UFU

M.ª Daniela da Cunha Lopes Almeida

Divisão de Saúde - DISAU/UFU

Prof.ª Dr.ª Marta Fernanda Zotarelli

FEQUI/UFU

Patos de Minas, 12 de setembro de 2025.



Documento assinado eletronicamente por **Michelle Andriati Sentanin, Presidente**, em 12/09/2025, às 15:20, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marta Fernanda Zotarelli, Membro de Comissão**, em 12/09/2025, às 15:22, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Daniela da Cunha Lopes Almeida, Membro de Comissão**, em 12/09/2025, às 15:22, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **6618717** e o código CRC **DEE33769**.

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

M917 Mota, Lara Alves da, 2000-
2025 Impacto das deficiências auditiva e visual na percepção
sensorial de alimentos [recurso eletrônico] / Lara Alves da Mota. -
2025.

Orientadora: Michelle Andriati Sentanin.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade
Federal de Uberlândia, Graduação em Engenharia de Alimentos.
Modo de acesso: Internet.
Inclui bibliografia.
Inclui ilustrações.

1. Alimentos - Indústria. I. Sentanin, Michelle Andriati,1982-,
(Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Graduação em
Engenharia de Alimentos. III. Título.

CDU: 664

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:

Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091

Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074

Dedico este trabalho aos meus pais e avós,
pelo estímulo, carinho e apoio nos momentos
de dúvida no caminho a ser seguido.

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho só foi possível graças ao apoio, incentivo e colaboração de diversas pessoas, às quais registro minha sincera gratidão.

Primeiramente, agradeço a Deus pela força, saúde e perseverança ao longo desta jornada acadêmica mesmo nos momentos de tribulação.

À minha família, em especial aos meus pais, pelo amor incondicional, paciência e compreensão nos momentos de ausência e dedicação intensa aos estudos. Obrigada Mamãe por sempre priorizar nossa educação, acima de qualquer coisa, mudamos de casa, de escola e a vida toda para que tivéssemos a melhor educação e hoje posso dizer com a maior certeza do mundo que tivemos e que só estamos aqui nessa entrega de PFC por essa luta e essa certeza de que a educação é capaz de trilhar os melhores caminhos, academicamente e em todos os parâmetros da vida! Se não fosse você, nada disso teria acontecido, se venci hoje é porque você esteve sempre por trás de tudo, com seu apoio e orações incessantes! Obrigada Papai, por cada incentivo e por cada vez que disse “estudo em primeiro lugar” e que lembrando sempre dessa frase, deu incentivo para não desistir em nenhuma etapa e vencer cada tribulação. E Bruno, meu irmão, por cada momento que dividimos até hoje e que mesmo com os “burricimentos” entre nós, estamos trilhando juntos o melhor e mais especial caminho possível. Amo vocês.

Obrigada Daniel Magella, meu bem, por ter sido a primeira pessoa a dizer, logo que coloquei os pés na universidade “foca em pesquisa, você vai amar！”, logo no primeiro semestre, ainda perdida em tantas informações, segui seu conselho e hoje anos (mais que o esperado) depois posso dizer que foi a minha melhor escolha e só sou, academicamente, quem sou hoje, devido à isso e às muitas pesquisas que participei ao longo da graduação. Obrigada por sempre acreditar em mim e por todo apoio e incrível positividade sempre, mesmo nos piores momentos. E não menos importante, obrigada por me levar ao universo da cerveja, que hoje é muito além de momentos de divertimento, é um amor (até premiado) que virou um projeto de vida.

Aos amigos, que desde antes da universidade estiveram comigo e compartilharam essa caminhada, dividindo momentos de aprendizado, desafios e conquistas, tornando a experiência universitária mais leve e enriquecedora, participando principalmente de cada pesquisa que realizei ao longo dessa jornada, seja com testes de produtos ou com infinitas análises sensoriais, demandando o tempo precioso para contribuir com os resultados. Obrigada principalmente à Isadora Vieira, vulgo “minha irmã” que por estarmos sempre juntas, a irmandade é algo que não cabe questionamentos de quem nos encontra no dia a dia e hoje, nem corrigimos mais, pois se tornou um fato. Obrigada pelos anos de amizade e hoje por dividimos a mesma família (eu

a sua e você a minha, tal qual a nossa própria). E obrigada à Daniela Soares, que do alto dos nossos 20 anos de amizade nunca mediu esforços para estar presente em cada fase da minha vida e em cada perrengue acadêmico (principalmente comendo carne de porco por infinitas vezes, para contribuir com as pesquisas). Obrigada aos demais amigos que tem a devida importância, mas que devido ao número de páginas deste trabalho, não poderei citar um a um, mas que tiveram imensa importância nessa caminhada. Paolla e os inúmeros áudios e lanches para socorrer e acalentar cada dia em que pensávamos, “é isso, vamos desistir” e sempre superamos juntas cada momento. Volta logo pro Brasil, please! Carol Aleixo, a melhor escritora da face da Terra (e se houverem escritores fora dela, ela continuará sendo a melhor) Obrigada por cada palavra amiga, por cada dia de “eu te entendo, amiga. É difícil! Mas você consegue”, foram de suma importância para essa etapa e para a construção (ou complementação) do meu senso crítico e moral em todos os âmbitos da minha existência! Obrigada aos demais, vocês sabem da importância que tem na minha vida!

A minha orientadora, Michelle, pela orientação criteriosa, pela paciência (principalmente) pelo rigor acadêmico e pelos valiosos ensinamentos transmitidos durante todo o desenvolvimento deste trabalho e das disciplinas ministradas ao longo do curso que foram de tão grande ensinamento que nos trouxeram e inspiraram grandemente a este tema para o projeto de conclusão de curso. Sua dedicação e comprometimento foram fundamentais para a concretização deste estudo.

Aos professores do curso de Engenharia de Alimentos da UFU – Patos de Minas, pela contribuição intelectual e pela inspiração ao longo da formação, cada um deles deixando marcas significativas na minha trajetória acadêmica. Obrigada ao secretário do curso, Diego, que com leveza e bom humor, fez com que até as burocracias se tornassem divertidas (sua cerveja chega em breve).

Aos técnicos do laboratório, pela convivência contínua (e não menos cansativa), dias e noites vividos no 3º andar, nos laboratórios 301, 302 e 303 pela oportunidade de acesso a recursos, informações e infraestrutura que viabilizaram as (muitas) pesquisas que desenvolvemos juntos. Obrigada por cada palavra amiga, cada incentivo em meio às frustrações e aos resultados fora de padrão. Obrigada pelos inúmeros cafés da tarde que acalentavam o coração em meio ao cansaço e frustrações da vida acadêmica. Serei eternamente grata.

Agradeço ao Cnpq pelo fomento por tantos anos e tantas pesquisas. Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho. Cada gesto de apoio, compreensão e incentivo foi essencial para que eu chegasse até aqui.

“Sem conhecimento nenhum ser humano pode
dizer-se livre”
(Carol Aleixo, 2025)

RESUMO

A análise sensorial de alimentos constitui um campo interdisciplinar que integra múltiplos sentidos humanos, como visão, audição, olfato, paladar e tato, na construção da percepção global da qualidade dos alimentos. Alterações em qualquer uma dessas vias pode modificar significativamente a experiência sensorial e, consequentemente, a relação do indivíduo com a alimentação. Entre as deficiências mais relevantes nesse contexto estão a visual e a auditiva, cujos impactos extrapolam a percepção individual e alcançam dimensões sociais, nutricionais e até mesmo de inclusão no mercado consumidor. A deficiência visual compromete de forma direta atributos ligados à aparência, cor e apresentação dos alimentos, gerando maior dependência dos sentidos remanescentes, como tato e olfato. Entretanto, mesmo com a plasticidade neural e estratégias compensatórias desenvolvidas, a acurácia perceptiva não é plenamente restabelecida. Já a deficiência auditiva interfere na percepção de propriedades texturais e acústicas, como crocância e efervescência, além de repercutir no prazer alimentar em situações coletivas, pela limitação da comunicação e da interação social durante as refeições. O presente estudo buscou contribuir para a compreensão do impacto das deficiências visual e auditiva na análise sensorial de alimentos, ressaltando a importância da inclusão, do desenvolvimento de ferramentas metodológicas adaptadas e da criação de ambientes alimentares mais acessíveis e equitativos. Observou-se que, embora adaptações individuais possam mitigar parte das limitações, elas não eliminam os desafios impostos pelas perdas sensoriais. Nesse cenário, torna-se imprescindível repensar metodologias de análise sensorial e propor abordagens inclusivas que considerem as particularidades de cada grupo, aliando rigor científico à promoção da acessibilidade.

Palavras-chave: análise sensorial; deficiência visual; deficiência auditiva; percepção alimentar.

ABSTRACT

Food sensory analysis is an interdisciplinary field that integrates multiple human senses—vision, hearing, smell, taste, and touch—in shaping the overall perception of food quality. Alterations in any of these pathways can significantly affect the sensory experience and, consequently, an individual's relationship with food. Among the most relevant impairments in this context are visual and auditory deficiencies, whose impacts extend beyond individual perception to social, nutritional, and consumer inclusion dimensions. Visual impairment directly compromises attributes related to food appearance, color, and presentation, leading to greater reliance on remaining senses such as touch and smell. However, even with neural plasticity and compensatory strategies, perceptual accuracy is not fully restored. Hearing impairment, in turn, interferes with the perception of textural and acoustic properties, such as crispness and effervescence, and may reduce food enjoyment in collective settings by limiting communication and social interaction during meals. This study contributes to the understanding of the impact of visual and hearing impairments on food sensory analysis, emphasizing the importance of inclusion, the development of adapted methodological tools, and the creation of more accessible and equitable food environments. Findings indicate that while individual adaptations can mitigate some limitations, they do not eliminate the challenges posed by sensory loss. In this context, it is essential to rethink sensory analysis methodologies and propose inclusive approaches that address the specific needs of each group, combining scientific rigor with the promotion of accessibility.

Keywords: sensory analysis; visual impairment; hearing impairment; food perception.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	11
2.	METODOLOGIA.....	12
3.	FUNDAMENTOS DA ANÁLISE SENSORIAL	13
4.	ANÁLISE SENSORIAL E SENTIDOS HUMANOS NA ALIMENTAÇÃO.....	15
5.	DEFICIÊNCIA VISUAL: CONCEITOS, CLASSIFICAÇÕES E IMPLICAÇÕES FISIOLÓGICAS.....	17
6.	IMPACTOS DA DEFICIÊNCIA VISUAL NA ANÁLISE SENSORIAL	19
7.	DEFICIÊNCIA AUDITIVA: APARATO SENSORIAL, CLASSIFICAÇÕES E IMPLICAÇÕES PARA O INDIVÍDUO	21
8.	IMPACTOS DA DEFICIÊNCIA AUDITIVA NA ANÁLISE SENSORIAL.....	24
9.	PLASTICIDADE CROSSMODAL	26
10.	DISCUSSÃO	28
11.	CONCLUSÃO	30
12.	REFERÊNCIAS	31

1. INTRODUÇÃO

A análise sensorial é uma disciplina aplicada que permite avaliar, de forma sistemática, as características sensoriais dos alimentos a partir da resposta dos sentidos humanos. Seus métodos tradicionais são amplamente utilizados tanto na indústria alimentícia quanto na pesquisa científica e incluem testes discriminativos, que visam detectar diferenças entre amostras; testes descritivos, que avaliam intensidades de atributos específicos; e testes afetivos, voltados para a aceitação e preferência do consumidor (MARQUES et al., 2023).

A percepção sensorial é construída a partir da integração dos cinco sentidos. A visão fornece as primeiras impressões sobre um alimento como cor, brilho, formato e aparência geral, moldando expectativas de sabor e qualidade (IMREN, 2023). A audição influencia a percepção de textura por meio de sons gerados na mastigação, como a crocância de biscoitos ou a efervescência de refrigerantes, afetando a avaliação sensorial global (WOODS et al., 2019). O olfato é responsável pela identificação de compostos voláteis, sendo crucial para a experiência do sabor, já que este depende mais do aroma do que do paladar propriamente dito (ROSELLI et al., 2021). O paladar, por sua vez, é responsável pela detecção dos gostos básicos como doce, salgado, azedo, amargo e umami, e sua integração com outros sentidos forma o perfil gustativo completo (DUAN et al., 2022). Já o tato oral fornece informações sobre textura, viscosidade, temperatura e adstringência, sendo essencial para a avaliação de cremosidade ou firmeza de um produto (GARRETT et al., 2023).

Entretanto, quando um ou mais desses sentidos é comprometido, como ocorre em indivíduos com deficiência visual ou auditiva, há impactos significativos na experiência alimentar e na confiabilidade dos testes sensoriais. A deficiência visual, que abrange desde baixa visão até cegueira completa, geralmente decorre de condições como retinopatia diabética, catarata, glaucoma ou degeneração macular (LI et al., 2025). Esse comprometimento sensorial leva a dificuldades práticas, como manipulação de alimentos, uso de utensílios e identificação de cores, além de afetar a autonomia do indivíduo nas práticas alimentares (LI et al., 2021).

Com a ausência da visão, a antecipação sensorial de um alimento baseada em sua aparência, é prejudicada. Estudos apontam que pessoas com deficiência visual apresentam maior dependência dos sentidos do tato e do olfato para avaliar características sensoriais, embora esses sentidos não sejam suficientes para compensar integralmente a perda visual (AUVRAY et al., 2008). Gagnon et al. (2015), por meio de exames de neuroimagem, observaram menor ativação de áreas cerebrais relacionadas à gustação em pessoas com cegueira congênita, sugerindo que a

ausência de estímulos visuais afeta inclusive a percepção do sabor. Além disso, pesquisas relatam que a percepção gustativa pode ser alterada em intensidade, com limiares de detecção mais elevados, e que há dificuldade na identificação de sabores complexos (PIENIAK et al., 2021).

De forma semelhante, a deficiência auditiva impacta diretamente a experiência alimentar. Essa condição pode ser congênita ou adquirida e se manifesta de forma sensorineural, condutiva ou mista. Embora menos estudada do que a deficiência visual no contexto da alimentação, há evidências crescentes de que a audição desempenha papel importante na percepção sensorial dos alimentos (TEKIN et al., 2023). A ausência de feedback sonoro afeta a percepção de crocância e textura, levando à sensação de menor frescor ou leveza nos alimentos (SPENCE, 2020).

Além disso, estudos demonstram que indivíduos com perda auditiva apresentam alterações no limiar gustativo, principalmente para sabores amargo, salgado e azedo, possivelmente devido à ausência de pistas auditivas associadas ao alimento (OLESZKIEWICZ et al., 2019). A deficiência auditiva também compromete o aspecto social das refeições, tornando as interações mais difíceis e, em muitos casos, menos prazerosas (JARMA et al., 2024).

Portanto, compreender o papel das deficiências sensoriais na análise e na percepção dos alimentos é essencial para garantir uma abordagem mais inclusiva na alimentação. Este entendimento pode orientar o desenvolvimento de produtos alimentícios adaptados, ambientes sensoriais acessíveis e estratégias nutricionais personalizadas, promovendo não apenas a inclusão, mas também a autonomia e o bem-estar de pessoas com deficiência (AUVRAY et al., 2008).

Neste contexto, o presente trabalho compreender o impacto das deficiências auditivas e visuais na percepção sensorial dos alimentos, com base em dados da literatura científica atual, de modo a subsidiar reflexões e ações voltadas à inclusão.

2. METODOLOGIA

Foram utilizadas as bases de dados gerais, como Google Acadêmico e Scielo, além de Science Direct, Web of Science (Elsevier), Cambridge Core e demais materiais online, que por meio de pesquisas genéricas, foram direcionando estudos e revistas sobre o tema em questão. Para realizar as pesquisas de artigos científicos para revisão bibliográfica sobre deficiências auditiva e visual na percepção sensorial, as palavras-chave selecionadas na pesquisa foram: Deficiência visual, deficiência auditiva, análise sensorial, percepção sensorial, plasticidade crossmodal, impacto de deficiências nos alimentos, sentidos humanos, níveis de deficiência,

Visual impairment, hearing impairment, sensory analysis, sensory perception, crossmodal plasticity, impact of deficiencies on food, human senses, levels of impairment.

Foi estipulado como período de abrangência artigos publicados nos últimos cinco anos (2019 a 2025). Para a seleção dos artigos empregados neste estudo, considerou-se sua relevância dos dados e análises citadas de acordo com o contexto no texto a ser abordado na temática e a relação direta com análise sensorial.

3. FUNDAMENTOS DA ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial é uma área interdisciplinar que aplica princípios científicos para medir, por meio dos sentidos humanos, as propriedades de um produto conforme são percebidas por visão, olfato, paladar, tato e audição. Embora seja uma prática milenar, com raízes empíricas na avaliação de alimentos, vinhos e especiarias, sua sistematização científica ocorreu principalmente a partir do século XX, quando foi incorporada como ferramenta formal nas indústrias alimentícia, cosmética, farmacêutica e de embalagens (STONE; SIDEL, 2004; LAWLESS; HEYMANN, 2010).

De acordo com a norma ISO 5492:2008, a análise sensorial compreende um conjunto de técnicas objetivas que visam a coleta, medição e interpretação sistemática das reações humanas frente às características sensoriais de produtos. Essas técnicas são úteis para determinar não apenas a qualidade sensorial de alimentos, mas também sua aceitabilidade comercial, estabilidade ao longo do tempo, reformulação de ingredientes e desenvolvimento de produtos específicos para públicos-alvo, como crianças, idosos, pacientes hospitalares ou pessoas com deficiências sensoriais (MARQUES et al., 2023)

Os métodos de análise sensorial são agrupados em três categorias principais: testes discriminativos, testes descritivos e testes afetivos. A primeira categoria tem como objetivo identificar diferenças perceptíveis entre amostras. São rápidos, econômicos e estatisticamente robustos, sendo ideais em fases iniciais de desenvolvimento ou controle de qualidade. Exemplos incluem o teste triangular, em que o participante recebe três amostras (duas iguais e uma diferente) e deve identificar a distinta; o teste pareado, em que se compararam duas amostras para verificar diferenças específicas; e o teste de ordenação, no qual o avaliador classifica amostras de acordo com a intensidade de um atributo (por exemplo, do mais doce ao menos doce). (DÉBELA; BELAY, 2021).

Os testes descritivos são mais complexos e exigem painéis treinados ou semi treinados, com foco na caracterização qualitativa e quantitativa de atributos sensoriais (ex.: cor, aroma, textura, sabor, sabor residual – conhecido por *aftertaste*). O método mais consagrado é o *Quantitative Descriptive Analysis* (QDA) (), que gera perfis sensoriais gráficos. Outros exemplos incluem o *Flavor Profile Method*, o *Spectrum Method*, e a *Free-Choice Profiling* (MURRAY et al., 2021).

Já os testes afetivos são aplicados com consumidores finais, sem treinamento, buscando medir aceitação, preferência, intenção de compra e satisfação geral. Ele tem respostas subjetivas, baseado em experiências anteriores de vida de cada indivíduo. A ferramenta mais usada é a escala hedônica de 9 pontos (“desgostei extremamente” até “gostei extremamente”), além de testes de ranking e escalas de intenção de compra. São fundamentais para decisões de marketing e segmentação (ARES; VARELA, 2018).

Para que a análise sensorial produza dados válidos, ela se baseia em quatro pilares fundamentais: i) Objetividade: embora os sentidos humanos estejam sujeitos a variabilidade, a padronização das condições de teste e a aplicação de estatísticas reduzem o viés subjetivo; ii) Reprodutibilidade: a repetição dos testes com o mesmo painel sob as mesmas condições deve gerar resultados consistentes; iii) Controle experimental: o ambiente deve ser controlado quanto a iluminação, temperatura, neutralidade de odores e ruídos, além do uso de cabines individuais; e iv) Estatística aplicada: técnicas como ANOVA, Tukey, Análise de Componentes Principais (PCA) , Escalonamento Multidimensional (MDS) e Mapas de Preferência Interna são amplamente empregadas para interpretar os dados (LAWLESS; HEYMANN, 2010).

A confiabilidade dos dados sensoriais depende diretamente do desempenho de seus avaliadores, destacando-se sua seleção e capacitação, especialmente em relação aos testes descritivos (LAWLESS; HEYMANN, 2021). Painéis descritivos exigem capacidade discriminativa, consistência intraindividual, vocabulário sensorial treinado, familiaridade com escalas e padrões de referência. Estes fatores são determinantes para respostas mais padronizadas e consensuais. Estudos comparativos entre diferentes painéis sensoriais treinados demonstram que ajustes na calibração do feedback podem influenciar a precisão descritiva (MEIER-DORNBURG et al., 2019).

Recentemente, a análise sensorial tem incorporado inovações tecnológicas e abordagens interdisciplinares, tais como narizes e línguas eletrônicas, que simulam a detecção de compostos voláteis e gustativos com sensores químicos; neurociência sensorial, que investiga a atividade

cerebral durante o consumo de alimentos por meio de fMRI (Ressonância Magnética Funcional) ou Eletroencefalograma (EEG); realidade aumentada e realidade virtual, para simular contextos de consumo e estudar influência do ambiente na percepção; e análise multissensorial com consumidores com deficiência sensorial, buscando adaptar produtos à realidade de pessoas com limitações visuais ou auditivas (ROSENTHAL; VENTURINI FILHO, 2021). Essas inovações ampliam o escopo da análise sensorial para além do laboratório, incorporando variáveis psicológicas, culturais e sociais, promovendo a inclusão sensorial e alimentar.

4. ANÁLISE SENSORIAL E SENTIDOS HUMANOS NA ALIMENTAÇÃO

A análise sensorial é uma ferramenta fundamental na ciência dos alimentos, sendo definida como o conjunto de técnicas que visam medir, analisar e interpretar as respostas das pessoas às propriedades dos alimentos percebidas pelos sentidos da visão, olfato, paladar, tato e audição. Trata-se de uma abordagem científica que alia metodologia estatística e percepção humana, sendo amplamente empregada tanto na pesquisa acadêmica quanto no desenvolvimento e controle de qualidade de produtos alimentícios industriais (MARQUES et al., 2023; MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2016).

As características sensoriais tradicionalmente avaliadas em alimentos são agrupadas em atributos visuais, como cor, brilho, opacidade, uniformidade; atributos olfativos, como aroma, intensidade, complexidade; atributos gustativos, como doce, salgado, amargo, ácido, umami; textura e sensação na boca, tais como crocância, cremosidade, adesividade e adstringência; e sons associados à mastigação, como crocância auditiva, efervescentia. Cada um desses grupos ativa diferentes tipos de receptores sensoriais e está associado a zonas específicas do cérebro, como o córtex gustativo, olfativo e orbitofrontal (ROLLS, 2015).

A percepção sensorial dos alimentos é um processo complexo e integrativo que depende da atuação simultânea de múltiplos sentidos. A visão é o primeiro sentido ativado no contato com o alimento, sendo responsável por fornecer informações como cor, forma, brilho, opacidade e uniformidade. Estudos indicam que características visuais influenciam significativamente a expectativa de sabor, frescor e qualidade, e até mesmo o prazer antecipado da ingestão (IMREN, 2023; SPENCE; WANG; YEO, 2021). A alteração de cores pode modificar a percepção de intensidade de sabor, conforme demonstrado por CHEN, LIANG e LI (2025), que observaram mudanças significativas na percepção do dulçor em bebidas coloridas artificialmente.

O olfato tem papel central na percepção de aroma e sabor. O aroma dos alimentos resulta da combinação de centenas de compostos voláteis detectados pelas células olfativas, sendo que grande parte da experiência gustativa é, na verdade, de origem olfativa retronal (AUVRAY; SPENCE, 2008). Estudos com neuroimagem demonstram que o bloqueio do olfato retronal reduz drasticamente a capacidade de identificação de sabores complexos, reforçando o papel do olfato como principal responsável pela percepção de sabor (ROSELLI; GARCÍA; VARGAS, 2021; CHEN; LIANG; LI, 2025).

O paladar, por sua vez, é responsável por detectar os sabores básicos: doce, salgado, amargo, azedo e umami. Os receptores gustativos presentes nas papilas da língua enviam sinais ao cérebro que são posteriormente integrados com os estímulos olfativos e táteis. Pesquisas recentes têm avançado na identificação molecular dos receptores gustativos e suas variações entre indivíduos, o que tem impacto direto na aceitação alimentar (DUAN et al., 2022; DELWICHE, 2004).

O tato oral é responsável pela detecção de atributos físicos como temperatura, viscosidade, granulação, cremosidade e crocância. Essas sensações são processadas por mecanorreceptores na boca e na língua, sendo essenciais para a formação da textura percebida (GARRETT; O'CALLAGHAN; MCMAHON, 2023; SZCZESNIAK, 2002). A textura influencia diretamente a aceitação de diversos alimentos, especialmente os destinados a crianças, idosos ou indivíduos com restrições sensoriais.

Por fim, a audição também participa da percepção sensorial, especialmente no que diz respeito à textura. O som produzido ao mastigar alimentos crocantes ou efervescentes, como batatas fritas, biscoitos ou refrigerantes, influencia a sensação de frescor e qualidade (SPENCE, 2020). Estudos demonstram que a intensidade sonora da mastigação está positivamente correlacionada com a percepção de crocância e satisfação do consumidor (WOODS et al., 2019; DEMATTÈ et al., 2014).

A integração sensorial ocorre no córtex orbitofrontal e em outras áreas cerebrais superiores, onde estímulos visuais, gustativos, olfativos, táteis e auditivos são combinados para formar uma experiência alimentar unificada (ROLLS, 2015). Quando algum desses sentidos está comprometido, como nas deficiências auditiva ou visual, a percepção sensorial torna-se assimétrica ou limitada, exigindo mecanismos compensatórios dos sentidos remanescentes (AUVRAY et al., 2008).

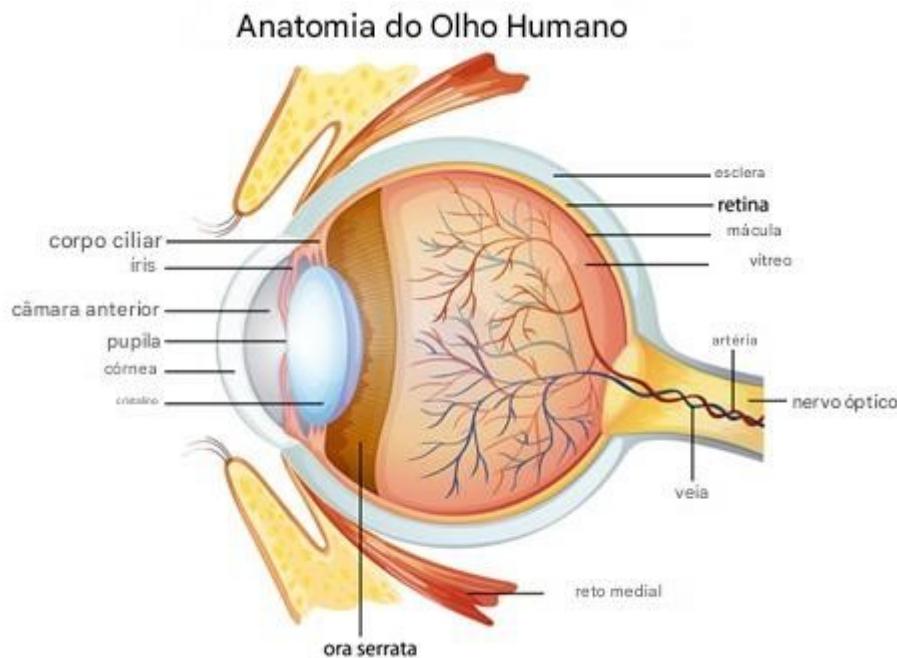
Assim, o entendimento profundo dos sentidos envolvidos na análise sensorial é essencial para compreender como deficiências sensoriais afetam a experiência alimentar. Além disso, essa abordagem possibilita o desenvolvimento de estratégias para adaptar ambientes, produtos e serviços alimentares à diversidade sensorial da população, promovendo acessibilidade, prazer e qualidade de vida.

5. DEFICIÊNCIA VISUAL: CONCEITOS, CLASSIFICAÇÕES E IMPLICAÇÕES FISIOLÓGICAS

O sistema visual humano é composto por estruturas ópticas e neurosensoriais interligadas, como mostra a Figura 1. A luz atravessa a córnea, o humor aquoso, o cristalino e o vítreo, até atingir a retina, onde células fotorreceptoras (cones e bastonetes) convertem estímulos luminosos em impulsos elétricos. Esses sinais são então transmitidos pelo nervo óptico até o córtex occipital, no cérebro, onde são processados e interpretados como imagens (PURVES et al., 2019). Lesões, alterações congênitas ou degenerativas em qualquer uma dessas estruturas pode levar à perda visual parcial ou total. Em muitos casos, a deficiência visual é progressiva e afeta tanto a percepção de formas, cores e profundidade quanto a capacidade de deslocamento e reconhecimento espacial.

A deficiência visual é definida pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como a redução total ou parcial da capacidade de enxergar, mesmo após correção com lentes ou procedimentos médicos. É considerada um dos principais tipos de deficiência sensorial, com impacto significativo na autonomia funcional, na cognição espacial e na qualidade de vida do indivíduo (WHO, 2023). Do ponto de vista técnico, classifica-se a deficiência visual em dois grandes grupos: baixa visão e cegueira, com base na acuidade visual e no campo visual remanescente.

Figura 1: Anatomia do olho humano



(Adaptado de TKACHEV, et al., 2021).

A baixa visão é caracterizada por uma dificuldade significativa de enxergar, mesmo usando óculos ou lentes, quando a acuidade visual é inferior a 6/18 (ou 20/60) ou seja, a pessoa enxerga a 6 metros o que alguém com visão normal enxergaria a 18 metros. Já a cegueira legal ou profunda ocorre quando a visão é ainda mais comprometida, com acuidade inferior a 3/60 (20/400), o que significa que a pessoa precisa estar a apenas 3 metros de distância para ver o que alguém com visão normal enxerga a 60 metros. Outro parâmetro usado é o campo visual, que corresponde à “amplitude” da visão. Quando ele se reduz a menos de 10 graus (como se a pessoa olhasse por um tubo muito estreito), também se caracteriza a cegueira legal (WHO, 2019; YEKTA, 2023).

As etiologias da deficiência visual variam conforme a faixa etária, nível socioeconômico e acesso a serviços de saúde. As principais causas incluem: Catarata: opacificação do cristalino, comum em idosos, é a causa mais prevalente e reversível de cegueira globalmente (KHAN et al., 2022); Glaucoma: aumento da pressão intraocular que danifica o nervo óptico, levando à perda irreversível do campo visual (THAM et al., 2014); Degeneração macular relacionada à idade (DMRI): afeta a mácula e compromete a visão central, sendo comum após os 60 anos; Retinopatia diabética: lesões vasculares na retina associadas ao diabetes, podendo levar à cegueira total se não tratadas; Erro refrativo não corrigido: miopia, hipermetropia, astigmatismo e presbiopia são causas frequentes e tratáveis de baixa visão em crianças e adultos; e doenças

congênitas: como retinose pigmentar, albinismo ocular, neuropatias ópticas hereditárias ou anomalias da córnea e cristalino (GIL et al., 2020). Dados da Organização Mundial de Saúde (OMS) indicam que, em 2020, mais de 1 bilhão de pessoas viviam com algum grau de deficiência visual evitável ou tratável, especialmente em países em desenvolvimento (WHO, 2023).

As limitações visuais afetam diretamente diversas atividades cotidianas, como identificação de objetos e alimentos, locomoção em ambientes urbanos e domésticos, leitura, escrita, uso de dispositivos eletrônicos, manipulação de utensílios e preparo de refeições e reconhecimento facial e interação social, fazendo-se necessária a inclusão para minimizar tais impactos.

Além das dificuldades funcionais, pessoas com deficiência visual apresentam maior risco de quedas e acidentes, maior tempo de reação motora, e, em muitos casos, síndromes associadas como cefaleias, dores cervicais e fadiga ocular (LI et al., 2025).

A perda da visão também implica modificações na plasticidade cerebral, com estudos de neuroimagem demonstrando o recrutamento de áreas corticais visuais para funções auditivas e tátteis, especialmente em casos de cegueira congênita (GAGNON et al., 2015). Isso sugere a existência de mecanismos compensatórios que, embora relevantes, não restauram integralmente a experiência sensorial multicanal.

O comprometimento visual interfere ainda na autoestima, na autonomia e na qualidade das relações sociais. Em especial nos idosos, a perda de visão está associada à depressão, ao isolamento social e à redução da qualidade de vida (NIRMAL et al., 2021). Crianças com deficiência visual, por sua vez, podem apresentar atrasos no desenvolvimento motor e cognitivo, exigindo estratégias pedagógicas e familiares específicas.

Diante desse cenário, compreender os efeitos da deficiência visual não apenas no desempenho funcional, mas também na experiência sensorial, é essencial para promover acessibilidade alimentar, desenvolver produtos adaptados e propor intervenções inclusivas que respeitem a diversidade sensorial da população.

6. IMPACTOS DA DEFICIÊNCIA VISUAL NA ANÁLISE SENSORIAL

A visão é considerada um dos principais sentidos na percepção sensorial de alimentos, atuando como o primeiro filtro na avaliação de características como cor, forma, brilho,

translucidez, apresentação e integridade do produto. A ausência ou limitação da visão modifica profundamente a forma como os alimentos são percebidos, processados e avaliados sensorialmente, implicando tanto em adaptações metodológicas em testes sensoriais quanto em alterações na própria experiência alimentar de indivíduos com deficiência visual (LI et al., 2025).

Pessoas cegas ou com baixa visão não podem contar com pistas visuais para antecipar informações sobre cor, consistência ou porções, o que as leva a desenvolver maior dependência de outros sentidos, principalmente o tato, o olfato e a audição, durante o consumo. Contudo, essa compensação sensorial, embora adaptativa, não é completa nem universal, como evidenciam diversos estudos (PIENIAK et al., 2021; ROSSELLI; GARCÍA; VARGAS, 2021).

Achados em neuroimagem reforçam que a ausência de visão impacta diretamente os mecanismos de percepção gustativa. Gagnon et al. (2015) realizaram uma investigação por fMRI com indivíduos cegos congênitos e encontraram redução da ativação em áreas do córtex orbitofrontal, envolvidas na integração multissensorial de sabor. Esse dado sugere que, embora existam adaptações cerebrais compensatórias, a percepção de sabor complexa requer entradas visuais, especialmente na diferenciação de alimentos com perfis semelhantes.

Além disso, estudos com testes gustativos demonstraram que pessoas com deficiência visual podem apresentar limiares de detecção mais elevados para alguns sabores, como o amargo e o ácido, indicando uma leve hipossensibilidade gustativa (OLESZKIEWICZ et al., 2019). Essa condição afeta diretamente a acurácia e consistência de análises sensoriais conduzidas por pessoas com limitação visual.

A análise sensorial convencional frequentemente inclui a avaliação da aparência como atributo-chave de qualidade. Em indivíduos cegos, esse parâmetro torna-se inacessível. Pesquisas indicam que, mesmo quando informados verbalmente sobre a cor ou aparência dos alimentos, isso não substitui a experiência visual real, o que pode influenciar suas expectativas e julgamentos sobre frescor ou sabor percebido (ROSENTHAL; VENTURINI FILHO, 2021).

Além disso, a ausência de pistas visuais pode gerar desorientação na organização do prato, na separação de ingredientes e na identificação de defeitos visuais em alimentos, como manchas, fungos ou alterações de textura (LI et al., 2021).

Na prática, a participação de indivíduos com deficiência visual em painéis sensoriais exige adaptação de protocolos, que incluem utilização de instruções auditivas e táteis ao invés de visuais; eliminação de escalas visuais (como a de 9 pontos impressa), substituindo por

escalas orais ou táteis; e apoio na identificação e manipulação segura das amostras (PALANI; JANZEN; FRUHLING, 2019).

Além disso, há o desafio da variabilidade individual, pois o nível de adaptação sensorial varia conforme o tipo de deficiência (cegueira congênita versus adquirida), idade, tempo de privação visual e contexto cultural.

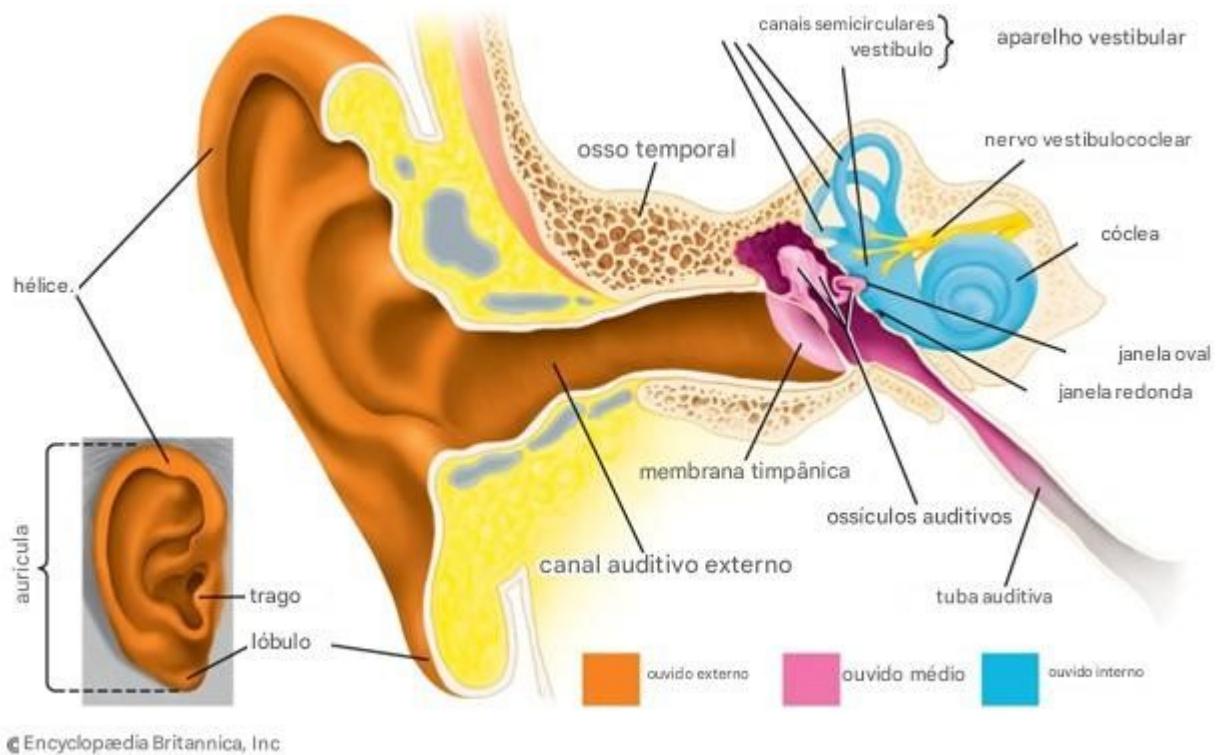
Estudos indicam que pessoas com deficiência visual tendem a ter experiências alimentares menos prazerosas em ambientes desconhecidos, especialmente pela incerteza sobre o que estão consumindo, falta de controle visual e limitações em compartilhar impressões com outros comensais (JARMA; ARROYO; SEO, 2024), fato que pode estar atrelado diretamente à ausência de oferta de produtos que atendem cada particularidade. A ausência de visão impacta, portanto, não apenas o julgamento sensorial técnico, mas o prazer subjetivo e a memória gustativa associada ao alimento.

7. DEFICIÊNCIA AUDITIVA: APARATO SENSORIAL, CLASSIFICAÇÕES E IMPLICAÇÕES PARA O INDIVÍDUO

A audição é um dos principais canais sensoriais humanos, fundamental para a comunicação verbal, a orientação espacial e a construção das interações sociais. A deficiência auditiva pode ser definida como a perda parcial ou total da capacidade de detectar sons, em um ou ambos os ouvidos, com ou sem o uso de próteses auditivas. Essa condição apresenta diversos graus e formas clínicas, podendo afetar desde a percepção de sons ambientais simples até a decodificação de linguagem falada, impactando profundamente o desenvolvimento linguístico, emocional e cognitivo (WHO, 2023; LIM et al., 2022).

O sistema auditivo humano é altamente especializado, envolvendo estruturas anatômicas que captam, convertem e processam estímulos sonoros em sinais neurais interpretáveis (Figura 2). Ele é dividido em três porções principais: ouvido externo, formado pelo pavilhão auricular e pelo conduto auditivo externo, responsáveis pela captação e condução inicial das ondas sonoras; ouvido médio, que abriga a membrana timpânica e os ossículos (martelo, bigorna e estribo), cuja função é amplificar as vibrações sonoras; e ouvido interno, contendo a cóclea, que abriga células ciliadas sensoriais, e o vestíbulo, envolvido no equilíbrio. As células da cóclea convertem as vibrações mecânicas em impulsos elétricos, que seguem pelo nervo coclear até o córtex auditivo primário, no lobo temporal do cérebro (PURVES et al., 2019).

Figura 2: Estrutura do ouvido e orelha humanos



© Encyclopædia Britannica, Inc.

(Adaptado de ZHOU et al., 2020)

Estudos da neurociência auditiva demonstram que a privação auditiva afeta não apenas o processamento auditivo, mas também a integração multissensorial, a memória, a atenção e o desenvolvimento do córtex cerebral (LIN et al., 2013; PURVES et al., 2019). Tais alterações têm efeitos colaterais em outras esferas sensoriais como olfato e gustação sendo, portanto, especialmente relevantes para estudos sobre percepção sensorial de alimentos.

A deficiência auditiva pode ser classificada quanto à etiologia, localização anatômica, tempo de aquisição e grau de comprometimento. A OMS e a American Speech-Language-Hearing Association (ASHA) adotam os seguintes critérios: quanto à localização da lesão e quanto à intensidade da perda. Quanto à localização da lesão, esta pode ser: i) Condutiva: decorre de alterações no ouvido externo ou médio (ex.: cerume impactado, otite média, otosclerose). É geralmente reversível com tratamento médico ou cirúrgico; ii) Sensorineural (neurossensorial): relacionada a lesões na cóclea ou no nervo auditivo. É permanente e a forma mais comum de surdez grave; e iii) Mista: combinação dos fatores condutivos e neurossensoriais. Quanto à intensidade da perda, os critérios encontram-se no Quadro 1. Os limites são dados na unidade usada em exames auditivos (audiometria tonal), que são em decibéis (dB), que mede o volume mínimo que a pessoa consegue ouvir. Quanto maior o valor em dB HL (sendo HL o termo em inglês para *Hearing Level*, traduzindo nível de audibilidade), mais grave é a perda auditiva.

Quadro 1: Graus de perda auditiva e os seus impactos funcionais típicos

Grau da perda auditiva	Limites (dB HL)	Impactos funcionais típicos
Leve	26–40 dB	Dificuldade com sons suaves e fala distante
Moderada	41–60 dB	Problemas para entender conversas normais
Moderadamente severa	61–80 dB	Comunicação comprometida sem auxílio
Severa	81–90 dB	Capta apenas sons altos e intensos
Profunda	Acima de 91 dB	Não ouve a fala; depende de Libras/implante

(CLARK, 1981)

A deficiência auditiva pode ser adquirida em diferentes momentos. Quando ocorre antes da aquisição da linguagem (geralmente até os 2 anos de idade), denomina-se Pré-lingual e está associada a maiores impactos no desenvolvimento da fala e da leitura. Quando acontece durante o processo de aquisição linguística, é chamada de Peri-lingual, e quando ocorre após o desenvolvimento da linguagem oral, permite maior reaproveitamento da linguagem através da leitura labial e próteses auditivas e denomina-se Pós-lingual (CHOE et al., 2024).

As etiologias da deficiência auditiva variam segundo fatores genéticos, infecciosos, ambientais e ocupacionais. Entre as causas mais comuns, destacam-se as genéticas/congênitas, e cerca de 60% dos casos infantis têm origem genética. Exemplos incluem síndrome de Usher, síndrome de Waardenburg e mutações em genes como *GJB2*; as infecciosas, como rubéola congênita, citomegalovírus, toxoplasmose, meningite e otites repetidas (LIM et al., 2022); a ototoxicidade, causada por antibióticos aminoglicosídeos, furosemida, cisplatina e outros fármacos que afetam a cóclea; traumas acústicos, como exposição prolongada a ruído intenso (>85 dB) sem proteção auricular adequada; presbiacusia, que é a perda auditiva neurosensorial progressiva associada ao envelhecimento, e afeta 1 em cada 3 idosos com mais de 65 anos (WHO, 2023); e traumas cranianos e barotraumas, que é uma lesão nos tecidos causada por uma diferença de pressão entre um espaço não ventilado dentro do corpo e o gás ou fluido circundante, que pode causar estiramento ou cisalhamento excessivo, comuns em militares, mergulhadores e profissionais da aviação.

As consequências da deficiência auditiva são amplas e podem atingir dimensões físicas, emocionais e sociais. Em crianças com surdez pré-lingual não tratada, é comum observar atrasos na aquisição da linguagem oral, dificuldades na articulação de sons, e comprometimento da leitura e escrita, o que exige abordagens educacionais específicas (LIM et al., 2022).

Pesquisas longitudinais demonstram que adultos com perda auditiva têm maior risco de declínio cognitivo e demência, mesmo em graus leves. Acredita-se que isso ocorra devido à sobrecarga cognitiva, isolamento social e alterações na plasticidade cerebral (LIN et al., 2013; LIVINGSTON et al., 2020). A cóclea compartilha espaço anatômico com o sistema vestibular, e alterações auditivas podem estar associadas a tonturas, desequilíbrio e maior propensão a quedas, especialmente em idosos (GOBERMAN et al., 2016). Além disso, o déficit auditivo crônico pode levar a isolamento social, depressão, ansiedade, frustração e baixa autoestima. A dificuldade em compreender a fala em ambientes ruidosos ou participar de conversas em grupo reduz a qualidade das interações interpessoais (JARMA; ARROYO; SEO, 2024).

A reabilitação auditiva envolve estratégias clínicas, tecnológicas e educacionais, com destaque para aparelhos de amplificação sonora individual (AASI), indicados em perdas leves a severas; implantes cocleares, que são dispositivos cirúrgicos que estimulam diretamente o nervo auditivo em casos de surdez profunda; educação bilíngue, combinando oralidade e Libras (Língua Brasileira de Sinais); leitura labial e interpretação por contraste facial; acessibilidade comunicacional em espaços públicos, escolas e serviços de saúde.

Além disso, a reabilitação deve considerar a participação da pessoa surda na construção de sua identidade, respeitando aspectos culturais e comunitários da surdez, especialmente em contextos em que a linguagem de libras é a principal forma de expressão (SACKS, 2021).

8. IMPACTOS DA DEFICIÊNCIA AUDITIVA NA ANÁLISE SENSORIAL

Embora a audição não esteja tradicionalmente no centro das avaliações sensoriais alimentares, evidências científicas recentes demonstram que o som desempenha papel relevante na percepção de textura, crocância, efervescência e até mesmo na intensidade de sabor (SPENCE, 2020). Em indivíduos com deficiência auditiva, a ausência parcial ou total da percepção sonora pode afetar diretamente a avaliação de características sensoriais e, indiretamente, a experiência alimentar como um todo (TEKIN et al., 2023).

A deficiência auditiva, sobretudo nos casos neurosensoriais e congênitos, implica não apenas em uma redução da percepção auditiva ambiental, mas também em modificações cognitivas associadas à integração multissensorial e ao prazer alimentar (OLESZKIEWICZ et al., 2019).

O som produzido durante o consumo, como o ruído da mastigação, crocância de alimentos secos, ou o borbulhar de bebidas gaseificadas, atua como feedback auditivo tático e fonossensorial, reforçando a percepção de frescor, leveza ou intensidade de textura (WOODS et al., 2019). Esse tipo de percepção é especialmente importante para alimentos como biscoitos, torradas, cereais (percepção de crocância); bebidas com gás (efervescência) e alimentos fritos (textura crocante).

Estudos controlados, como o de Demattè et al. (2014), demonstraram que a modulação sonora durante o consumo (alterando ou suprimindo o som da mastigação) pode modificar significativamente a percepção de textura e gosto, mesmo quando o alimento em si não sofre alteração.

Em uma das investigações mais relevantes sobre o tema, Oleszkiewicz et al. (2019) analisaram alterações sensoriais em indivíduos com surdez e cegueira. O grupo de participantes com deficiência auditiva apresentou limiares gustativos significativamente mais elevados para sabores amargo, ácido e salgado, quando comparados a indivíduos ouvintes. Esse achado sugere que a ausência de pistas auditivas pode afetar não apenas a textura percebida, mas também o gosto dos alimentos.

De forma semelhante, Tekin et al. (2023) exploraram a percepção sensorial em adultos com perda auditiva adquirida, utilizando instrumentos psicofísicos e testes padrão. Os autores observaram que esses indivíduos relataram menor intensidade sensorial e menos prazer durante o consumo de alimentos, especialmente os que envolviam sons associativos, como crocância ou crepitação.

Acredita-se que o efeito da surdez sobre o paladar esteja relacionado à redução da estimulação multimodal durante o consumo. A ausência de som elimina uma importante fonte de expectativa e confirmação sensorial, comprometendo a experiência alimentar global (SPENCE; WANG; YEO, 2021).

Estudos com neuroimagem funcional (fMRI) e eletroencefalografia (EEG) vêm demonstrando que a integração sensorial gustativa e auditiva ocorre no córtex orbitofrontal e na ínsula anterior, regiões também envolvidas na percepção de prazer e motivação alimentar (ROLLS, 2015). Em pessoas com deficiência auditiva, essas áreas podem ser subativadas ou recrutadas para outras funções perceptivas, o que altera o modo como os alimentos são percebidos.

O estudo de Araújo et al. (2021), com indivíduos surdos bilaterais congênitos, mostrou que há menor ativação nas áreas límbicas durante o consumo de alimentos, sugerindo redução da resposta emocional e hedônica. Tal alteração afeta o comportamento alimentar e pode influenciar negativamente o envolvimento com refeições em grupo.

A deficiência auditiva não impacta apenas a percepção sensorial direta, mas também os aspectos sociais e contextuais das refeições. A alimentação, especialmente em ambientes coletivos, envolve troca de impressões, sons de fala, risos, interação e comunicação espontânea, aspectos que podem ser limitados ou ausentes em experiências alimentares de pessoas surdas, afetando a relação subjetiva com o alimento (JARMA; ARROYO; SEO, 2024).

Em seu estudo com adultos com surdez adquirida, Jarma et al. (2024) observaram que muitos relatavam ansiedade e desconforto durante refeições em grupo, o que levava a uma redução do prazer de alimentar, maior seletividade e até a evitação de certos contextos sociais relacionados à alimentação.

A presença de deficiência auditiva requer adaptações metodológicas específicas em testes sensoriais, como: substituição de instruções orais por Libras ou instruções escritas acessíveis; inclusão de mediadores que expliquem vocabulário técnico sensorial; evitar provas que exijam julgamento de atributos fortemente dependentes da audição (crocrância, crepitação) sem estímulos táteis ou visuais de apoio; validação de escalas sensoriais para aplicação em contextos bilíngues (português/Libras).

A literatura também indica que o uso de painéis mistos (surdos e ouvintes) pode enriquecer as análises, desde que os protocolos respeitem a diversidade perceptiva (ROSENTHAL; VENTURINI FILHO, 2021).

9. PLASTICIDADE CROSSMODAL

A percepção alimentar e ambiental é construída pela integração de múltiplos sentidos. Quando um deles sofre privação, como ocorre nas deficiências visual e auditiva, o cérebro humano apresenta notável capacidade adaptativa, reorganizando funções por meio de um processo chamado plasticidade cross-modal. Essa reorganização permite que áreas corticais originalmente destinadas a um sentido sejam recrutadas para processar informações de outros, ampliando a acurácia perceptiva remanescente e compensando, em parte, a perda sensorial (MERABET; PASCUAL-LEONE, 2010; BEDNY; SZYMANSKI; SIGMAN, 2020).

No caso da deficiência visual, estudos indicam que indivíduos cegos congênitos ou adquiridos apresentam maior sensibilidade auditiva e tátil em comparação com videntes. Pesquisas de Vercillo, Burr e Gori (2020) mostraram que a ausência da visão resulta em maior precisão auditiva espacial, permitindo que pessoas cegas localizem fontes sonoras com elevada acurácia. Além disso, Kupers e Ptito (2019) observaram que o tato é processado com mais eficiência em indivíduos cegos, especialmente em tarefas de leitura em Braille e na percepção de texturas complexas. Exames de neuroimagem corroboram essas evidências, revelando que o córtex occipital, normalmente responsável pela visão, é recrutado para processar estímulos auditivos e táteis (AUVRAY; MYIN, 2009; GOUGOUX et al., 2019). Assim, a ausência da visão não implica apenas em perda, mas em uma reestruturação perceptiva que reforça a audição e o tato como sentidos-guia.

Por outro lado, na deficiência auditiva, observa-se uma ampliação das habilidades visuais e táteis. Estudos de Bavelier e Neville (2019) evidenciam que indivíduos surdos apresentam campo visual periférico mais desenvolvido, permitindo captar estímulos com maior rapidez e amplitude. Esse mecanismo de compensação é fundamental para a comunicação não verbal, como leitura labial e uso da língua de sinais, além de favorecer a detecção de movimentos em ambientes dinâmicos. Adicionalmente, Cardin et al. (2020) verificaram que áreas do córtex auditivo em indivíduos surdos passam a responder a estímulos visuais, confirmando a plasticidade cross-modal. No mesmo sentido, Dye e Hauser (2021) destacam que a ampliação da atenção visual em surdos desempenha papel estratégico em sua adaptação social, compensando a ausência de estímulos auditivos.

De forma comparativa, tanto a deficiência visual quanto a auditiva evidenciam a notável capacidade de reorganização cerebral humana. Na ausência da visão, o tato e a audição se tornam predominantes, auxiliando na interpretação e no reconhecimento de alimentos e ambientes. Já na ausência da audição, a visão e, em menor escala, o tato, assumem funções mais relevantes, tornando-se elementos essenciais para a comunicação e interação social. Essa compensação não elimina os impactos das deficiências, mas demonstra como o cérebro humano busca equilibrar as perdas por meio de redistribuição funcional dos sentidos preservados (MERABET; PASCUAL-LEONE, 2010; VERCILLO; BURR; GORI, 2020; CARDIN et al., 2020).

A compreensão dos mecanismos de plasticidade crossmodal tem se mostrado fundamental para o avanço de abordagens inclusivas na análise sensorial de alimentos. Esses estudos demonstram que, diante da perda de um sentido, o cérebro humano é capaz de reorganizar-se funcionalmente, potencializando os sentidos remanescentes e permitindo uma compensação

perceptiva parcial (AUVRAY; SPENCE, 2008). Essa reorganização neural evidencia que a deficiência sensorial não implica necessariamente em uma limitação absoluta na percepção de estímulos alimentares, mas sim em uma experiência diferenciada, que pode ser explorada de forma positiva no desenvolvimento de produtos e metodologias adaptadas. Assim, compreender a plasticidade cerebral e suas implicações perceptivas fortalece a importância de se investir em pesquisas e inovações inclusivas, que considerem a diversidade sensorial humana como um parâmetro essencial para a formulação, apresentação e avaliação de alimentos. Essa perspectiva amplia o escopo da análise sensorial, promovendo não apenas acessibilidade, mas também uma ciência mais equitativa e representativa da experiência alimentar humana (SPENCE; WANG; YEO, 2021).

10. DISCUSSÃO

A capacidade adaptativa do cérebro humano diante da perda sensorial tem sido amplamente investigada nas últimas décadas. A plasticidade neural, especialmente a chamada plasticidade cross-modal, permite que áreas corticais destinadas originalmente a um sentido sejam recrutadas para processar informações provenientes de outros sistemas sensoriais. Essa reorganização possibilita não apenas a compensação funcional, mas também a potencialização dos sentidos preservados, contribuindo para o equilíbrio perceptivo do indivíduo (MERABET; PASCUAL-LEONE, 2010; BEDNY; SZYMANSKI; SIGMAN, 2020).

A análise integrada dos tópicos apresentados evidencia que tanto a deficiência visual quanto a deficiência auditiva exercem impactos significativos sobre a percepção sensorial de alimentos, exigindo adaptações metodológicas e reflexões importantes no campo da ciência sensorial e da inclusão.

No caso da deficiência visual, a impossibilidade de utilizar a visão, sentido amplamente dominante nas experiências alimentares, compromete diretamente a análise de atributos como cor, forma, apresentação e até mesmo o frescor percebido dos alimentos. Estudos revisados, como de Gagnon et al. (2015), demonstram que a ausência de estímulos visuais interfere na codificação sensorial global, e que a integração multissensorial não consegue compensar plenamente a perda visual. Isso impacta tanto na acurácia dos testes sensoriais quanto na relação emocional com a alimentação, reduzindo o prazer e aumentando a insegurança durante o ato alimentar.

Já no contexto da deficiência auditiva, os efeitos recaem especialmente sobre atributos que envolvem textura auditiva, como crocância e efervesценia, além de afetar a experiência alimentar de forma indireta, via socialização e comunicação durante refeições. Os dados de Tekin et al. (2023) e Jarma et al. (2024) reforçam que a perda da audição pode resultar em menor prazer alimentar, maior seletividade e exclusão social em contextos alimentares coletivos. Além disso, estudos neurofuncionais revelam reorganizações cerebrais que afetam o processamento gustativo em indivíduos surdos, sugerindo que o impacto da audição vai além do som em si, interferindo na experiência global do sabor.

As evidências discutidas indicam que, apesar das diferenças sensoriais entre as duas deficiências, há pontos de interseção: ambas implicam em alterações na percepção e no prazer alimentar, exigem adaptação dos protocolos de análise sensorial e destacam a importância de abordagens inclusivas. A compensação sensorial, como a intensificação do tato, olfato ou paladar, nem sempre é suficiente para restaurar a acurácia ou a subjetividade da experiência sensorial.

As compensações sensoriais em indivíduos com deficiência visual ou auditiva ilustram a plasticidade e a resiliência do sistema nervoso humano. Na ausência da visão, a audição e o tato tornam-se sentidos predominantes, permitindo melhor percepção espacial e de texturas. Já na ausência da audição, a visão se expande, principalmente no campo periférico, possibilitando maior eficácia na comunicação e interação social. Essas adaptações não anulam as dificuldades enfrentadas, mas demonstram que o cérebro humano é capaz de redistribuir funções perceptivas para atenuar os impactos das deficiências. Essa plasticidade representa uma via promissora para o desenvolvimento de tecnologias assistivas, programas de treinamento sensorial e abordagens de inclusão social (MERABET; PASCUAL-LEONE, 2010; CARDIN et al., 2020; VERCILLO; BURR; GORI, 2020).

A articulação entre os estudos sobre plasticidade crossmodal e o conceito jurídico de desenho universal, definido na Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146/2015, art. 3º, II), reforça a importância de promover o desenvolvimento de produtos e metodologias sensoriais inclusivas. A plasticidade demonstra que, diante da perda de um sentido, o cérebro humano é capaz de reorganizar-se e ampliar a percepção por meio dos sentidos remanescentes (AUVRAY; SPENCE, 2008), o que evidencia o potencial de adaptação sensorial. Já o princípio do desenho universal estabelece que produtos, ambientes e serviços devem ser concebidos desde a origem para atender a todas as pessoas, sem necessidade de adaptações posteriores (BRASIL, 2015). Assim, ao integrar esses dois fundamentos, o biológico e o legal ,

fortalece-se a noção de que a inclusão sensorial não se limita à compensação de deficiências, mas envolve a criação de experiências perceptivas acessíveis e equitativas para todos os indivíduos.

Portanto, é fundamental que pesquisas em alimentos incorporem abordagens que considerem as limitações sensoriais de diferentes grupos populacionais, promovendo acessibilidade e inclusão não apenas nos testes sensoriais, mas também no desenvolvimento de produtos, design de embalagens e comunicação sobre alimentos. A análise sensorial deve evoluir para um modelo mais inclusivo e interdisciplinar, que reconheça a pluralidade das experiências alimentares e valorize a diversidade perceptiva humana.

11. CONCLUSÃO

Este estudo evidenciou que as deficiências visuais e auditivas impactam de forma significativa a percepção sensorial dos alimentos, modificando tanto a experiência subjetiva do consumo quanto a aplicabilidade de metodologias tradicionais de análise sensorial.

No caso da deficiência visual, constatou-se que a ausência de pistas visuais compromete atributos fundamentais como cor, forma e aparência, que normalmente orientam expectativas de sabor, frescor e qualidade. Embora haja compensação parcial por meio do tato, olfato e paladar, estudos demonstram que essa adaptação não restaura integralmente a experiência sensorial multissensorial, resultando em limiares gustativos mais elevados e menor acurácia em testes de identificação de sabores.

Por outro lado, a deficiência auditiva repercute principalmente em atributos relacionados à crocância, efervescência e textura auditiva, além de influenciar indiretamente o prazer alimentar por afetar a socialização durante refeições. A perda auditiva pode levar à diminuição da intensidade sensorial percebida, alterações nos limiares gustativos e menor envolvimento hedônico com os alimentos.

Apesar das especificidades de cada deficiência, identificam-se pontos de interseção: ambas reduzem o prazer alimentar, afetam a integração multissensorial e exigem adaptações metodológicas em protocolos de análise sensorial. Além disso, estudos neurofuncionais indicam reorganizações cerebrais relevantes em indivíduos com limitações sensoriais, reforçando que o impacto ultrapassa a esfera fisiológica, alcançando dimensões cognitivas, sociais e emocionais.

Portanto, torna-se imprescindível que a ciência dos alimentos e a análise sensorial avancem para modelos mais inclusivos e acessíveis, considerando a diversidade perceptiva

humana. A adaptação de protocolos, o desenvolvimento de produtos alimentícios sensorialmente adequados e a criação de ambientes de consumo inclusivos representam não apenas um avanço científico, mas também uma ação de promoção de qualidade de vida, autonomia e equidade para pessoas com deficiência.

12. REFERÊNCIAS:

- ARES, Gastón; VARELA, Paula. *Novel techniques in sensory characterization and consumer profiling*. Boca Raton: CRC Press, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1201/b16853>
- AUVRAY, Malika; MYIN, E. *Perception with compensatory devices: From sensory substitution to sensorimotor extension*. *Cognitive Science*, v. 33, n. 6, p. 1036–1058, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1551-6709.2009.01040.x>
- AUVRAY, Malika; SPENCE, Charles. *The multisensory perception of flavor*. *Consciousness and Cognition*, v. 17, p. 1016–1031, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.concog.2007.06.005>
- BAVELIER, D.; NEVILLE, H. J. *Cross-modal plasticity: Where and how?* *Nature Reviews Neuroscience*, v. 20, p. 147–160, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1038/nrn848>
- BOTTINI, Roberto; DOELLER, Christian F. *Knowledge across reference frames: cognitive maps and image spaces*. *Trends in Cognitive Sciences*, v. 24, n. 8, p. 606–619, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tics.2020.05.008>
- CARDIN, Velia; GRIN, Konstantin; VINOGRADOVA, Valeria; MANINI, Barbara. *Crossmodal reorganisation in deafness: Mechanisms for functional preservation and functional change*. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, v. 113, p. 227–237, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.03.019>
- CHEN, Xiao; ZHANG, Wangang; QUEK, Siew Young; ZHAO, Liyan. *Flavor-food ingredient interactions in fortified or reformulated novel food: binding behaviors, manipulation strategies, sensory impacts, and future trends in delicious and healthy food design*. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, v. 22, n. 5, p. 4004–4029, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13195>
- CHOE, G. et al. *Clinical characteristics and hearing loss etiology of cochlear implantees undergoing surgery in their teens, 20s, and 30s*. *Clinical Otolaryngology*, v. 49, n. 1, p. 121–129, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00405-024-08737-3>
- DÉBELA, H.; BELAY, A. *Caffeine, invertase enzyme, and triangle test sensory panel used to differentiate Coffea arabica and Vernonia amygdalina honey*. *Food Control*, v. 123, p. 107857, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107857>
- DEMATTÈ, M. L.; POJER, N.; ENDRIZZI, I.; COROLLARO, M. L.; BETTA, E.; APREA, E.; CHARLES, M.; BIASIOLI, F.; ZAMPINI, M.; GASPERI, F. *Effects of the sound of the bite on apple perceived crispness and hardness*. *Food Quality and Preference*, v. 38, p. 58–64, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2014.05.009>

DYE, Matthew W. G.; HAUSER, Peter C. *Sustained attention, selective attention and cognitive control in deaf and hearing children*. *Hearing Research*, v. 309, p. 94–102, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heares.2013.12.001>

GAGNON, L.; KUPERS, R.; PTITO, M. *Neural correlates of taste perception in congenital blindness*. *Neuropsychologia*, v. 70, p. 227–234, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2015.02.027>

GIL, C. R. S.; FIGUEIREDO, L. F.; SANTOS, E. B. *Prevalência de baixa acuidade visual em crianças de 6 a 10 anos: estudo em rede escolar*. *Revista Brasileira de Oftalmologia*, Rio de Janeiro, v. 79, n. 3, p. 170–175, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5935/0034-7280.20200030>

GOUGOUX, F.; BELIN, P.; VOSS, P.; LEPORE, F.; LASSONDE, M.; ZATORRE, R. J. *Voice perception in blind persons: a functional magnetic resonance imaging study*. *Neuropsychologia*, v. 47, n. 13, p. 2967–2974, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.06.027>

JARMA, Sara E.; ARROYO, Rachel G.; SEO, Han-Seok. *Impacts of hearing loss on social dining: perceptions and acceptance of food and eating environments, and engagements*. *Food Quality and Preference*, v. 100, p. 103–112, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2024.105265>

KUPERS, R.; PTITO, M. *The adaptive brain: Neural plasticity in the blind and deaf*. *Current Opinion in Neurology*, v. 32, n. 1, p. 68–74, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1097/WCO.0000000000000656>

LAWLESS, Harry T.; HEYMANN, Hildegarde. *Sensory panel performance evaluation—comprehensive review of practical approaches*. *Applied Sciences*, v. 11, n. 24, p. 11977, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/app112411977>

LI, Yilin; WANG, Shuying; ZHANG, Lanxin; DONG, Qianhui; HU, Xinyu; YANG, Yuxin; LIU, Ting; WU, Baopei; SHAN, Bingqi; YIN, Chuncao; XIE, Qinggang; ZHU, Baoqing; ZHENG, Chengdong. *Sensory insights in aging: exploring the impact on improving dietary through sensory enhancement*. *Food Science & Nutrition*, v. 13, n. 3, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1002/fsn3.70074>

MARQUES, C.; CORREIA, E.; DINIS, L.-T.; VILELA, A. *An overview of sensory characterization techniques: from classical descriptive analysis to the emergence of novel profiling methods*. *Foods*, v. 11, n. 3, p. 255, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11030255>

MEIER-DORNBURG, Thomas; JUNG, Florian; WENDLAND, Nora; ZARNKOW, Martin; BACK, Werner. *A comparison of two sensory panels trained with different feedback calibration range specifications via sensory description of five beers*. *Foods*, v. 8, n. 11, p. 534, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods8110534>

MERABET, L. B.; PASCUAL-LEONE, A. *Neural reorganization following sensory loss: the opportunity of change*. *Nature Reviews Neuroscience*, v. 11, n. 1, p. 44–52, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1038/nrn2758>

OLESZKIEWICZ, A.; RESLER, K.; MASALA, C.; LANDIS, B. N.; HUMMEL, T.; SOROKOWSKA, A. *Alterations of gustatory sensitivity and taste liking in individuals with*

blindness or deafness. Food Quality and Preference, v. 103, p. 104712, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2022.104712>

PALANI, Hari Prasath; TENNISON, Jennifer L.; GIUDICE, G. Bernard; GIUDICE, Nicholas A. *Touchscreen-based haptic information access for assisting blind and visually-impaired users: perceptual parameters and design guidelines*. In: AHRAM, T.; FALCÃO, C. (eds.). *Advances in Usability, User Experience and Assistive Technology (AHFE 2018)*. Cham: Springer, 2019. p. 698–707 (vol. 794). DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-94947-5_82

PIENIAK, M.; LACHOWICZ-TABACZEK, K.; KARWOWSKI, M.; OLESZKIEWICZ, A. *Sensory compensation beliefs among blind and sighted individuals. Scandinavian Journal of Psychology*, v. 63, n. 1, p. 72–82, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1111/sjop.12781>

SACKS, Oliver W. *Seeing Voices: A Journey into the World of the Deaf*. Berkeley: University of California Press, 1989. 180 p. ISBN-10 0-520-06083-0; ISBN-13 978-0520060838.

ŚWIĄDER, K.; MARCZEWSKA, M. *Trends of using sensory evaluation in new product development in the food industry in countries that belong to the EIT Regional Innovation Scheme. Foods*, v. 10, n. 2, p. 446, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods10020446>

TEKİN, Bilgehan T.; ÇETİN, Binnur; ŞİMŞEK, Eda N.; BUMIN, Gonca. *Exploring sensory processing abilities in adults with acquired hearing loss. Journal of Laryngology & Otology*, v. 138, n. 5, p. 496–502, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0022215123001779>

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. *World report on hearing*. Geneva: World Health Organization, 2023. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240020481>. Acesso em: 4 ago. 2025.

YEKTA, A.; HOOSHMAND, E.; SAATCHI, M.; OSTADIMOGHADDAM, H.; ASHARLOUS, A.; TAHERI, A.; KHABAZKHOOB, M. *Global prevalence and causes of visual impairment and blindness in children: a systematic review and meta-analysis. Journal of Current Ophthalmology*, v. 34, n. 1, p. 1–15, 2022. DOI: https://doi.org/10.4103/joco.joco_135_21