



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO
PRETO
ESCOLA DE NUTRIÇÃO
DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS**



Tainá Moraes

**AVALIAÇÃO DA ADEQUAÇÃO DE MICRONUTRIENTES E DA
QUALIDADE DOS ALIMENTOS DO CARDÁPIO ESCOLAR
OFERECIDO NO MUNICÍPIO DE OURO PRETO-MG**

**OURO PRETO - MG
2021**

Tainá Moraes

**AVALIAÇÃO DA ADEQUAÇÃO DE MICRONUTRIENTES E DA
QUALIDADE DOS ALIMENTOS DO CARDÁPIO ESCOLAR
OFERECIDO NO MUNICÍPIO DE OURO PRETO-MG**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Nutrição
da Universidade Federal de Ouro
Preto como parte dos requisitos
para a obtenção do grau de
Bacharel em Nutrição.

Orientadora: Profa. Dra. Natália
Caldeira de Carvalho
Coorientadora: Profa. Dra. Juliana
Costa Liboredo

OURO PRETO - MG

2021

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

M827a Moraes, Taina.

Avaliação da adequação de micronutrientes e da qualidade dos alimentos do cardápio escolar oferecido no município de Ouro Preto - MG. [manuscrito] / Taina Moraes. - 2021.
50 f.: il.: gráf., tab..

Orientadora: Profa. Dra. Natália Caldeira Carvalho.

Coorientadora: Profa. Dra. Juliana Costa Liboredo.

Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Nutrição. Graduação em Nutrição .

1. Vitaminas. 2. Minerais. 3. Merenda escolar. 4. Cardápios. I. Carvalho, Natália Caldeira. II. Liboredo, Juliana Costa. III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU 612.39

Bibliotecário(a) Responsável: Sônia Marcelino - CRB6/4722



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
REITORIA
ESCOLA DE NUTRICAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS



FOLHA DE APROVAÇÃO

Tainá Moraes

Avaliação da Adequação de Micronutrientes e da Qualidade dos Alimentos do Cardápio Escolar Oferecido no Município de Ouro Preto-MG

Monografia apresentada ao Curso de Nutrição da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Nutrição

Aprovada em 01 de setembro de 2021

Membros da banca

Professora Doutora - Natália Caldeira de Carvalho - Orientadora (Escola de Nutrição - Universidade Federal de Ouro Preto)
Professora Doutora - Juliana Costa Liboredo - Coorientadora (Escola de Nutrição - Universidade Federal de Ouro Preto)
Professora Doutora - Maria Tereza de Freitas - (Escola de Nutrição - Universidade Federal de Ouro Preto)
Professora Doutora - Silvana Mara Luz Turbino Ribeiro - (Escola de Nutrição - Universidade Federal de Ouro Preto)

Natália Caldeira de Carvalho, orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 21/06/2022



Documento assinado eletronicamente por **Natalia Caldeira de Carvalho, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 21/06/2022, às 22:07, 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 http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0348651** e o código CRC **41BE4E7B**.

AGRADECIMENTO

Esta página é dedicada a todas as pessoas que amo e me ajudaram de forma direta ou indireta a chegar até aqui. Saiba que estou totalmente grata, feliz e realizada por ter terminado esse trabalho que foi fruto de tanto esforço e dedicação nos últimos meses. Agradeço a Deus por sempre estar comigo em todos os momentos. Deus é amor, é minha calmaria, é minha sabedoria, é minha fé, é meu silêncio, minhas alegrias, e é minha superação de todas as adversidades, sem ele com certeza não estaria aqui hoje. Agradeço a minha mãe Osanira e meu pai Maurício por sempre me apoiar e não medir esforços para que eu realize meus sonhos. Vocês são a minha base e meu porto seguro. Agradeço ao meu irmão gêmeo Iago por sempre estar me aconselhando e me ajudando em tudo e sempre preocupado com o meu bem. Agradeço ao meu namorado Victor, por sempre me apoiar e me ajudar em todas as questões da vida, acadêmicas, familiares, pessoais desde o primeiro dia da nossa história e até hoje que estou quase concluindo essa etapa importante da minha vida. Você não sabe o quanto seu amor, carinho e apoio foi e é importante. Agradeço a todos meus familiares, que sempre me ajudaram em tudo que precisei, rezaram por mim e me apoiaram sempre. Agradeço a Tainá Marinho e Chrislaine, por todo apoio, por estarem sempre à disposição para me ajudar, me aconselhar e mostrar que sou capaz, que sempre me conforta com as melhores palavras. Vocês com certeza fizeram minha graduação ser mais leve. Agradeço a todos do grupo “Panelinha da Nutrição” pela união e empatia todos esses anos. Obrigada pelos momentos de estudo, de lazer e apoio sempre. Agradeço a todos que me ajudaram diretamente nesse trabalho. Agradeço à República Diferença por ser meu lugar em Ouro Preto e às meninas por serem a família que eu escolhi e que também me escolheu. A minha orientadora Natália, obrigada por me aceitar como aluna, pelos conhecimentos compartilhados, pela atenção, compreensão e disponibilidade, a pandemia trouxe muitos momentos difíceis em minha vida e você sempre teve muita empatia comigo. Sou muito grata. Esse período foi um tempo de muita dedicação e aprendizado que levarei para vida. Agradeço a coorientadora Juliana pela disponibilidade e atenção. Agradeço a todos os professores da ENUT por todo conhecimento, compromisso, dedicação e acolhimento. Com certeza tive muito mais que professores nessa escola, sempre preocupados em formar excelentes profissionais e pessoas. Agradeço à ENUT e todos os funcionários por tornar esse lugar acolhedor, leve e com muito amor onde sempre irei me orgulhar de ter estudado.

“Forçar o seu caminho só trará azar. Mantenha-se focado no seu caminho e remova os obstáculos com gestos gentis. Analise a longo prazo. Semeie as sementes corretas agora para ter uma boa colheita no futuro. Cultive tolerância, adaptabilidade e desapego. Aceite o fato de que a única coisa que pode fazer é mudar a si próprio”.

I Ching – O Livro das Mutações

RESUMO

A ingestão inadequada de micronutrientes pode levar a problemas no desenvolvimento físico e cognitivo infantil e baixo rendimento escolar. Por isso, a alimentação escolar tem papel fundamental no desenvolvimento das crianças, particularmente àquelas de família em condições financeiras desfavoráveis. A qualidade do que é oferecido nessas refeições é de extrema importância para garantir um bom aporte nutricional e ainda uma boa aceitação por aqueles que usufruem desse serviço. Diante disso, é necessário avaliar qualitativa e quantitativamente as refeições servidas nas escolas públicas atendidas pelo Programa Nacional de Alimentação e Nutrição (PNAE). Neste contexto, o presente estudo avaliou a adequação dos micronutrientes e a qualidade dos alimentos presente no cardápio planejado para escolas municipais do ensino fundamental de Ouro Preto. Foi avaliado o cardápio do ano de 2020, composto por quatro mapas de segunda a sexta-feira, totalizando 20 dias. As quantidades de vitaminas A e C, cálcio, ferro, zinco, magnésio e sódio foram estimadas a partir das informações contidas nas fichas técnicas de preparação e utilizando duas diferentes tabelas de composição: a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO/UNICAMP) e a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA/USP). As medianas de micronutrientes foram comparadas entre as tabelas de composição, bem como aos valores de referência estabelecidos pelo PNAE. O cardápio também foi avaliado qualitativamente por meio do Índice de Qualidade da COSAN (Coordenação de Segurança Alimentar e Nutricional). As quantidades de magnésio (TACO: 65 mg; TBCA: 53 mg), zinco (TACO: 1,9 mg; TBCA: 2,1 mg) e sódio (TACO: 519 mg; TBCA: 537 mg) estavam acima do recomendado para a faixa etária de 6 a 10 anos, enquanto as de cálcio (TACO: 43 mg; TBCA: 36 mg) estavam abaixo. Para a faixa etária de 11 a 15 anos, os teores de cálcio (43 mg), magnésio (65 mg) (calculados pela TBCA) e vitamina A (1 mg, calculado pela TACO) estavam abaixo dos valores recomendados e os de sódio estavam acima. Foi observada apenas diferença significativa entre os teores de vitamina A obtidos pela TACO (1 mg) e TBCA (101 mg). No entanto, verificou-se divergência na adequação da composição de alguns micronutrientes dos cardápios, de acordo com a tabela de composição utilizada. Os resultados também mostram que em 80% dos dias do cardápio as quantidades de cálcio estava abaixo do recomendado, enquanto as quantidades de magnésio e de sódio estavam acima dos valores de referência, respectivamente, em 75% e 55% dos dias do cardápio. As vitaminas A e C estavam cerca de 75% dos dias abaixo do recomendado.

Esses resultados mostraram que o uso de uma única tabela nos cálculos pode apontar erroneamente inadequações na oferta de micronutrientes. Os resultados mostraram que o cardápio precisa de melhoras, pois houve perdas de pontuação relacionadas à ausência de alimentos do grupo de leite e derivados, à frequência de alimentos dos grupos de legumes e verdura, e de frutas *in natura* e à presença de alimentos restritos e preparações doces no cardápio.

Palavras-chave: Vitaminas. Minerais. Alimentação Escolar. IQ COSAN. Cardápio.

ABSTRACT

Inadequate intake of micronutrients can lead to problems in children's physical and cognitive development and low school performance. Therefore, school meals play a key role in the development of children, particularly those from families in unfavorable financial conditions. The quality of what is offered in these meals is extremely important to ensure a good nutritional contribution and also a good acceptance by those who use this service. Therefore, it is necessary to evaluate qualitatively and quantitatively the meals served in public schools served by the National Food and Nutrition Program (PNAE). In this context, the present study evaluated the adequacy of micronutrients and the quality of foods present in the menu planned for municipal elementary schools in Ouro Preto. The menu for the year 2020 was evaluated, consisting of four maps from Monday to Friday, totaling 20 days. The amounts of vitamins A and C, calcium, iron, zinc, magnesium, and sodium were estimated from the information contained in the technical preparation sheets and using two different composition tables: the Brazilian Table of Food Composition (TACO/UNICAMP) and the Brazilian Table of Food Composition (TBCA/USP). The medians of micronutrients were compared between the composition tables, as well as to the reference values established by PNAE. The menu was also evaluated qualitatively by means of the Quality Index of COSAN (Coordination of Food Safety and Nutrition). The amounts of magnesium, zinc and sodium were above the recommended for ages 6 to 10 years, while calcium was below. For the 11 to 15 year old age group, calcium, magnesium (calculated by TBCA) and vitamin A (calculated by TACO) levels were below the recommended values and sodium levels were above. Only a significant difference was observed between vitamin A levels obtained by TACO and TBCA. However, there was divergence in the adequacy of the composition of some micronutrients in the menus, according to the composition table used. These results show that the menus do not have adequate amounts of calcium, which was 80% below recommended, magnesium, which was 75% above recommended, sodium, which was 55% above the reference values, vitamins A and C, which were about 75% below recommended. These results showed that the use of a single table in the calculations may erroneously point to inadequacies in the micronutrient supply. The results showed that the menu needs improvement, because there were score losses related to the absence of foods from the milk and dairy

products group, the frequency of foods from the vegetables and fresh fruits groups, and the presence of restricted foods and sweet preparations on the menu.

Keywords: Vitamins. Minerals. School Nutrition. IQ COSAN. Menu.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Percentual de dias do cardápio escolar adequados quanto à quantidade de micronutrientes para crianças de 6 a 10 anos de acordo com a TACO e TBCA	33
Figura 2 - Resultados de adequação do percentual de dias do cardápio escolar quanto à oferta de micronutrientes para crianças/adolescentes de 11 a 15 anos de acordo com a TACO e TBCA	34
Figura 3 - Pontuação média mensal e por semana do cardápio calculada pelo IQ	35
Figura 4 - Percentual de cardápios com a presença de alimentos regionais e da sociobiodiversidade durante o mês	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição de micronutrientes dos cardápios planejados, estimados usando a TACO e a TBCA, em comparação aos valores de referência estabelecidos pelo Programa de Alimentação Escolar (PNAE) para escolas públicas do Ensino Fundamental de Ouro Preto, Minas Gerais, 2020.	32
Tabela 2 - Pontuação calculada pela IQ COSAN para os componentes de avaliação diária e semanal nas quatro semanas do cardápio escolar.	35
Tabela 3 - Oferta média semanal e mensal dos grupos alimentares	36
Tabela 4 - Distribuição percentual da presença de alimentos restritos e alimentos ou preparações doces	37

LISTA DE SIGLAS

CAE - Programa Nacional de Alimentação e Nutrição
CECANE - Centros Colaboradores em Alimentação e Nutrição Escolar
CME - Campanha de Merenda Escolar
CNAE - Campanha Nacional de Alimentação Escolar
CNME - Campanha Nacional de Merenda Escolar
COSAN - Coordenação de Segurança Alimentar e Nutricional
EAN - Educação Alimentar e Nutricional
FNDE - Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação
IQCAE - Indicador de Qualidade de Cardápios para Alimentação Escolar
IQ COSAN - Índice de Qualidade da Coordenação de Segurança Alimentar e Nutricional
OPAS - Organização Pan-Americana da Saúde
PNAE - Programa Nacional de Alimentação Escolar
PRONAN-I - I Programa Nacional de Alimentação e Nutrição
PRONAN II - II Programa Nacional de Alimentação e Nutrição
RAE - Atividade Equivalente ao Retinol
RE - Equivalente de Retinol
RT - Responsável Técnico
TACO - Tabela Brasileira de Composição de Alimentos
TBCA - Tabela Brasileira de Composição de Alimentos

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVOS	16
2.1 Objetivo Geral	16
2.2 Objetivos Específicos	16
3. REFERENCIAL TEÓRICO	17
3.1 Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE)	17
3.1.1 Histórico e evolução da alimentação escolar no Brasil	17
3.1.2 Atribuições do nutricionista no PNAE	19
3.1.3 Cardápios da alimentação escolar	20
3.2 Papel dos minerais no desenvolvimento e saúde infantil	21
3.2.1 Cálcio	23
3.2.2 Ferro	24
3.2.3 Magnésio	25
3.2.4 Sódio	27
3.2.5 Zinco	27
3.2.6 Vitamina A	28
3.2.7 Vitamina C	28
3.3 Avaliação qualitativa de cardápios	29
4. MATERIAIS E MÉTODOS	30
4.1 Avaliação da composição de micronutrientes dos cardápios	30
4.2 Avaliação qualitativa dos cardápios escolares	31
5. RESULTADOS	32
5.1 Composição e adequação de micronutrientes nos cardápios	32
5.2 Avaliação qualitativa dos cardápios escolares	34

6. DISCUSSÃO	39
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

1. INTRODUÇÃO

O Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) visa, principalmente, contribuir para o atendimento das necessidades nutricionais dos alunos durante os anos de permanência na escola. Dessa forma, o PNAE contribui para o bom crescimento, desenvolvimento, aprendizagem e rendimento escolar, ao mesmo tempo que promove hábitos alimentares saudáveis e valoriza o direito humano à alimentação adequada (BRASIL, 2020a). Além disso, a alimentação escolar tem relevância social, pois muitas vezes representa a refeição principal ou a única refeição do dia para o aluno (BRASIL, 2020b).

Para que o PNAE possa atingir seus objetivos, os cardápios devem ser elaborados pelo nutricionista cadastrado no Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE). Como responsável técnico do PNAE, o nutricionista é responsável por planejar refeições adequadas e saudáveis e considerando a cultura regional para garantir boa aceitação das refeições pelos alunos (BRASIL, 2020b).

A elaboração dos cardápios da alimentação escolar deve ser feita com base na legislação do PNAE que estabelece as recomendações para oferta de energia, macronutrientes e micronutrientes (FNDE, 2018). A Resolução nº 26, de 17 de junho de 2013, estabelece recomendações para valor energético, macronutrientes e os micronutrientes, como cálcio, ferro, magnésio, sódio, zinco, vitamina A e vitamina C. A oferta dos micronutrientes é garantida pela combinação de diferentes grupos de alimentos e a frequência destes nos cardápios escolares (BRASIL, 2013).

Os micronutrientes, minerais e vitaminas, não fornecem energia, mas são essenciais ao organismo, atuando como substâncias reguladoras em diversas reações bioquímicas (SBD, 2006). A ingestão de micronutrientes em quantidades insuficientes pode levar a problemas de desenvolvimento, tais como malformações congênitas, atrasos no desenvolvimento físico e cognitivo, risco aumentado de doenças infecciosas (gastroenterite aguda, pneumonia, sarampo, infecções parasitárias), além de ser fator de risco para o desenvolvimento de doenças crônicas na vida adulta (CABALLERO, 2002; HAIMI; LERNER, 2014).

O monitoramento de ferro e vitamina A nos cardápios escolares é importante, uma vez que as deficiências destes micronutrientes são considerados carências endêmicas no Brasil. Outros nutrientes que devem ser monitorados são: a vitamina C, por ajudar na absorção do ferro; o cálcio por estar envolvido no crescimento ósseo; o magnésio e zinco por serem participantes do desenvolvimento cognitivo; e o sódio devido ao seu efeito negativo na saúde das crianças (BRASIL, 2013).

Além da avaliação quantitativa de micronutrientes presentes no cardápio, a avaliação qualitativa permite avaliar a diversidade e variedade dos alimentos e preparações culinárias (FNDE, 2018). Nesse contexto, o IQ COSAN (Índice de Qualidade da Coordenação de Segurança Alimentar e Nutricional) é um instrumento de avaliação qualitativa dos cardápios por meio da atribuição de pontos a quatro parâmetros: presença de seis grupos de alimentos, presença de alimentos regionais e da sociobiodiversidade, diversidade semanal das refeições ofertadas e ausência de alimentos classificados como restritos, proibidos e alimentos ou preparações doces (FNDE, 2018).

A avaliação quantitativa e qualitativa da composição das refeições ofertadas nas escolas é uma importante ferramenta para verificar sua adequação aos parâmetros estabelecidos pelo PNAE (FRANÇA *et al.*, 2014). Além disso, permite verificar se os cardápios atendem às necessidades nutricionais e contribuem para a formação de hábitos alimentares saudáveis e a manutenção da saúde dos estudantes.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a adequação da oferta de micronutrientes e a qualidade dos alimentos presentes nos cardápios planejados para as escolas públicas do município de Ouro Preto, Minas Gerais.

2.2 Objetivos Específicos

- Estimar as quantidades de micronutrientes (cálcio, ferro, magnésio, sódio, zinco e vitaminas A e C) nos cardápios planejados, utilizando duas tabelas de composição química diferentes;
- comparar os valores obtidos entre as duas tabelas;
- avaliar a adequação das quantidades dos micronutrientes no cardápio aos valores de referência do PNAE;
- avaliar qualitativamente os cardápios utilizando a ferramenta IQ COSAN.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE)

O Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) é gerenciado pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento Escolar (FNDE) que oferece alimentação aos estudantes de todas as categorias de educação da rede pública brasileira, em conjunto com ações de educação alimentar e nutricional, com o objetivo de contribuir para o crescimento, desenvolvimento, aprendizagem, rendimento escolar dos alunos e a formação de hábitos alimentares saudáveis (BRASIL, 2020).

3.1.1 Histórico e evolução da alimentação escolar no Brasil

Desde a década de 1930 pensava-se sobre a necessidade de um plano de alimentação e nutrição escolar no Brasil, pois a fome e a desnutrição eram reconhecidas como graves problemas de saúde pública. Então foram criadas as chamadas “Caixas Escolares” as quais tiveram grande repercussão, pois, inicialmente eram de caráter assistencialista, ou seja, ainda que de cunho governamental, eram doações feitas às escolas mais carentes. E mais tarde desenvolveram o serviço de fornecimento de sopas e merendas escolares (COIMBRA, 1982).

Na década de 1940, surgiu a proposta de que o Governo Federal deveria oferecer alimentação aos estudantes, entretanto, por falta de recursos financeiros não foi possível concretizar essa proposta. Sendo assim, apenas na década de 1950, mais precisamente em 1955, o PNAE foi oficialmente colocado em prática em âmbito nacional estruturando-se dentro do Plano Nacional de Alimentação e Nutrição, denominado Conjuntura Alimentar e o Problema da Nutrição no Brasil (BRASIL, 2020).

Em 1955, instituiu-se a Campanha de Merenda Escolar (CME) para gerenciar o Programa de Alimentação do Escolar, subordinada ao Ministério da Educação e amparada por convênios com o Fundo Internacional de Socorro à Infância (Fisi, atual Unicef) e outros organismos internacionais. No ano seguinte, a CME passou a ser denominada como Campanha Nacional de Merenda Escolar (CNME), a fim de abranger o território nacional. O nome CNME foi alterado para Campanha Nacional de Alimentação Escolar (CNAE), em 1965, com o início do apoio de programas de ajuda americana (BRASIL, 2020a).

Desde seu início até os dias atuais, o Programa passou por inúmeras mudanças. De 1955 a 1970 houve o predomínio de participações internacionais de cunho financeiro no Programa, pois a cobertura deste era pouco efetiva, a regularidade do fornecimento de alimentos era baixa e não havia preocupação com a cultura e aceitabilidade dos alimentos (BRASIL, 2020a).

A partir de 1970, os alimentos passaram a ser comprados no mercado nacional, possibilitando a introdução de novos alimentos no Programa, inclusive as fórmulas, como sopas e mingaus produzidos por indústrias, apesar de serem considerados alimentos de baixo teor nutritivo. O valor nutricional era estipulado pelo I Programa Nacional de Alimentação e Nutrição (PRONAN-I), sendo que a refeição deveria fornecer, no mínimo, 15% das necessidades diárias quanto aos principais nutrientes (carboidratos, proteínas, lipídeos e minerais) (COIMBRA, 1982).

O Programa ainda gerenciado pela CNAE foi integrado ao II Programa Nacional de Alimentação e Nutrição (PRONAN-II) em 1976, com o objetivo de proporcionar suplementação alimentar aos escolares e pré-escolares do primeiro grau, matriculados em escolas públicas (PEIXINHO, 2013). E em 1979, o Programa passou a denominar-se Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) (BRASIL, 2020). A promulgação da Constituição Federal em 1988, por meio do inciso VII do artigo 208, assegurou o direito à alimentação escolar para todos os alunos da rede pública cursando o ensino fundamental, sendo garantido pelos governos federal, estaduais e municipais (BRASIL, 2020a; PEIXINHO, 2013).

De 1950 até 1993 a execução do Programa foi completamente centralizada sob a responsabilidade do Governo Federal e, com a promulgação da Lei nº 8.913, ocorreu a descentralização dos recursos para a execução do Programa por intermédio de convênios com os municípios, a Secretaria de Educação dos estados e o Distrito Federal, passando a competência do atendimento aos alunos para a rede municipal. Essa descentralização permitiu racionalizar a logística e os custos de distribuição dos produtos e viabilizar o oferecimento de uma alimentação condizente com o hábito alimentar da população nas diferentes regiões do Brasil. Essa descentralização foi consolidada em 1998, com o Programa já sob o gerenciamento do FNDE, quando o repasse dos recursos se tornou direto a todos os municípios sem a necessidade de convênios ou outros instrumentos similares (BRASIL, 2020a; PEIXINHO, 2013).

Os recursos para a execução do PNAE são repassados pelo FNDE a todos os estados e municípios, sendo que a verba *per capita* varia de acordo com o tipo de população, faixa etária e/ou grau de escolaridade cursado por aqueles que são atendidos pelo Programa (BRASIL, 2020).

Desde o início dos anos 2000, ocorreram muitas mudanças que garantiram avanços na qualidade do PNAE. Dentre elas, a criação do Conselho de Alimentação (CAE) em cada município do país, com função de deliberar, fiscalizar e assessorar a execução do Programa, sendo o repasse de verba condicionado à existência de um CAE (PEIXINHO, 2013). Com relação aos recursos repassados, a Medida Provisória (MP) nº 2.178, de 28 de junho de 2001, assegurou a obrigatoriedade da destinação de 70% dos recursos transferidos pelo Governo Federal para a compra de produtos básicos, o respeito aos hábitos alimentares de cada região e ainda o fomento da

economia local por meio da compra de mercadorias agrícolas de produtores locais (BRASIL, 2020a).

Outras mudanças ocorreram nos anos seguintes, propiciando mais avanços no PNAE, tais como (BRASIL, 2020a; PEIXINHO, 2013): o estabelecimento do nutricionista como o Responsável Técnico (RT) pelo Programa e o estabelecimento da parceria entre o FNDE e as Instituições Federais de Ensino Superior com a criação dos Centros Colaboradores em Alimentação e Nutrição Escolar (CECANE) com o objetivo de ampliar e melhorar a execução do PNAE em 2006. A Lei nº 11.947, sancionada em 2009, ampliou o PNAE para toda a rede escolar pública básica, incluindo alunos do Programa Mais Educação e de jovens e adultos, e a obrigatoriedade do uso de 30% dos repasses do FNDE na compra de mercadorias da agricultura familiar local.

A Resolução CD/FNDE nº 26, publicada em 17 de junho de 2013, estabeleceu as normas e diretrizes para a execução técnica, administrativa e financeira do PNAE aos estados, Distrito Federal, municípios e entidades federais e fortaleceu a Educação Alimentar e Nutricional (EAN) como um dos eixos de atuação do Programa (BRASIL, 2013).

Em maio de 2020, foi divulgada a Resolução nº 6, de 8 de maio de 2020, que atualizou as normas para a execução do PNAE e revogou a Resolução nº 26/2013 (BRASIL, 2020b). De acordo com o FNDE, as alterações foram realizadas com a finalidade de adequar as normas às orientações das entidades executoras e às recomendações mais atualizadas de promoção da saúde, de acordo com a última edição do Guia Alimentar para a População Brasileira, o Plano de Ação para Prevenção da Obesidade em Crianças e Adolescentes e Modelo de Perfil Nutricional, ambos da Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS). A resolução ainda passou por algumas adequações de linguagem (FNDE, 2020).

3.1.2 Atribuições do nutricionista no PNAE

A qualidade do PNAE, em relação ao alcance do seu objetivo, teve uma melhoria significativa com a exigência da presença do nutricionista como RT pelo Programa e no quadro técnico de profissionais em todas as Entidades Executoras a partir de 2006 (BRASIL, 2020).

De acordo com o Art. 15 da Resolução nº 6/2020, o nutricionista RT deve desempenhar a coordenação técnica das ações de alimentação e nutrição do PNAE seguindo suas atribuições previstas na normativa do Conselho Federal de Nutricionistas (CFN) (BRASIL, 2020).

A Resolução CFN nº 465/2010, dentre outras providências, dispõe sobre as atribuições do nutricionista no âmbito do PNAE (CFN, 2010). Segundo o Art. 3º da Resolução compete ao nutricionista vinculado ao PNAE:

- Realizar o diagnóstico e acompanhamento do estado nutricional, identificando os indivíduos com necessidades nutricionais específicas, para que todos tenham suas necessidades atendidas.
- Executar todas as atividades relacionadas ao planejamento e execução dos cardápios, que incluem a elaboração dos cardápios e fichas técnicas de preparação, de acordo com as necessidades nutricionais do grupo atendido; o planejamento, orientação e supervisão da cadeia dos alimentos (compra, seleção, armazenamento, produção e distribuição); avaliação da aceitabilidade das preparações; e orientação e supervisão das boas práticas de manipulação nas instituições.
- Conhecer a produção local de agricultores familiares e empreendedores familiares rurais, a fim de inserir esses produtos na alimentação escolar e auxiliar tecnicamente no processo.
- Elaborar o Plano Anual de Trabalho do Programa e assessorar o CAE.

3.1.3 Cardápios da alimentação escolar

Os cardápios da alimentação escolar devem ser elaborados com base em gêneros alimentícios básicos, de modo a respeitar as necessidades nutricionais, os hábitos alimentares, a cultura alimentar da localidade e se pautar na sustentabilidade, sazonalidade e diversificação agrícola da região e na promoção da alimentação adequada e saudável (BRASIL, 2013).

Cabe ao nutricionista planejar o horário e os alimentos que devem compor cada tipo de refeição e definir o tamanho da porção ofertada de acordo com a faixa etária atendida. Além disso, o nutricionista deve incentivar o consumo de frutas e hortaliças, restringir ao máximo a oferta de sódio, doces e alimentos industrializados (NERES, 2014).

A Resolução nº 26/2013 estabelece valores de referência de energia, macronutrientes (proteína, lipídios, carboidrato e fibras) e micronutrientes (vitaminas A e C, cálcio, ferro, zinco, magnésio e sódio) para os cardápios, de acordo com as diferentes faixas etárias e porcentagem das necessidades nutricionais atendidas pela alimentação escolar (BRASIL, 2013).

Para o planejamento de cardápio da alimentação escolar, o nutricionista também precisa se atentar à infraestrutura da cozinha e estoque disponíveis nas escolas (espaço físico, equipamentos, utensílios, mão de obra, número de refeições a ser servida, horário de distribuição) e, por fim, à seleção e aquisição dos alimentos (valor nutritivo, safra, mercado fornecedor, características da refeição - tais como sabor, textura, cor - aceitação e preço dos produtos) (NERES, 2014).

O PNAE estabelece que seja ofertado no mínimo 20% das necessidades nutricionais diárias da faixa etária nas refeições da alimentação escolar, por isso, considera-se o consumo adequado de nutrientes oferecidos quando os valores são de 80 a 120% da adequação para energia, proteína, cálcio, magnésio, ferro e zinco com base nas recomendações do *Food and Nutrition Board* (2000).

A alimentação escolar, por meio de cardápios planejados de acordo com essas diretrizes, tem como finalidade oferecer aporte energético e nutricional capaz de contribuir para o crescimento biopsicossocial e o pleno desenvolvimento das aptidões no processo de ensino-aprendizagem durante o período de permanência na escola (BRASIL, 2009). A alimentação escolar ainda exerce um importante papel social, visto que esta representa para muitos estudantes, a principal refeição do dia e a única garantia de alimentação para a criança (ISSA *et al.*, 2014).

3.2 Papel dos micronutrientes no desenvolvimento e saúde infantil

Os nutrientes são constituintes dos alimentos necessários à homeostase corporal. Esses podem ser divididos em dois grupos principais: os compostos que fornecem energia, os macronutrientes (proteínas, lipídios e carboidratos), e os micronutrientes (vitaminas e minerais) (EVANGELISTA, 2000).

Os micronutrientes estão presentes em grande parte dos alimentos e recebem esse nome por serem nutrientes necessários ao organismo em menor quantidade (em miligramas ou microgramas) em comparação aos macronutrientes. Os minerais e as vitaminas são micronutrientes que não fornecem energia, mas são essenciais ao organismo atuando como substâncias reguladoras em diversas reações bioquímicas (SBD, 2006).

As vitaminas são compostos orgânicos que não são produzidos pelo organismo humano em quantidades adequadas, sendo necessária a ingestão pela alimentação. Nove vitaminas são classificadas como hidrossolúveis (vitamina C, B1, B2, B3, B5, B6, B7, B9 e B12) e quatro como lipossolúveis (vitamina A, D, E e K). As vitaminas são essenciais às reações para obtenção de energia a partir dos alimentos, para regular as funções celulares específicas e estão envolvidas em funções imunológicas, sendo assim, essenciais para a manutenção da vida e evitar síndromes causadas por sua carência (BOLZAN, 2013; SBD, 2006).

Os minerais são fundamentais à manutenção do equilíbrio entre as células e tecidos, compõem diversos sistemas enzimáticos, que garantem as funções vitais, como digestão, absorção e detoxificação hepática, envolvidos na contração muscular, além da manutenção do sistema nervoso central (BOLZAN, 2013; SBD, 2006).

Os minerais podem ser classificados em dois outros grupos: os macrominerais, os quais são necessários em maior quantidade, 100 mg/dia ou mais (cálcio, magnésio, sódio, potássio e fósforo), e os microminerais que são necessários em quantidades menores que 100 mg/dia (ferro, cobre, iodo, manganês, zinco, molibdênio, cromo, selênio e flúor). A chave para atingir esses valores é basicamente consumir uma variedade de alimentos em quantidades modestas (SILVA, 2017; GUPTA, 2013).

Esses nutrientes podem ser encontrados em todos os tipos de alimentos, mas são predominantes em alimentos de origem vegetal. Isso acontece porque o ciclo de vida desses nutrientes começa no solo, assim o solo fornece minerais às plantas, que consequentemente vão para os animais por meio da ingestão desses vegetais. Essa cadeia alimentar da natureza nos traz a ideia de que alimentos de origem animal também possuem tais nutrientes. A forma de preparo e cocção dos alimentos é outro fator que interfere na biodisponibilidade, ou seja, a proporção do nutriente que é utilizada pelo organismo, podendo melhorá-la ou não (COZZOLINO, 1997; GUPTA 2013).

Os minerais e as vitaminas são fundamentais na alimentação infantil, uma vez que esses nutrientes desempenham funções relacionadas ao crescimento físico, à maturação sexual, ao desenvolvimento neuromotor e à integridade e funcionamento do sistema imune (BUENO; CZPEPIELEWSK, 2007). Dessa forma, a deficiência de micronutrientes está associada a um conjunto de efeitos nocivos na infância, causando elevação das taxas de morbi-mortalidade e outros agravos à saúde (PEDRAZA; QUEIROZ, 2011).

A ingestão de micronutrientes em quantidades insuficientes pode levar a problemas de desenvolvimento, tais como malformações congênitas, atrasos no desenvolvimento físico e cognitivo, risco aumentado de doenças infecciosas (gastroenterite aguda, pneumonia, sarampo, infecções parasitárias) bem como fator de risco para o desenvolvimento de doenças crônicas na vida adulta (CABALLERO, 2002; HAIMI; LERNER, 2014).

Cada indivíduo nasce com um potencial genético de crescimento que depende das condições de vida, desde a concepção até a vida, para ser alcançado (BRASIL, 2015). Para atingir seu potencial de crescimento, as crianças dependem da interação entre seus fatores genético e os fatores ambientais, como a ingestão correta de micronutrientes. Nesse caso, a baixa estatura da criança pode representar um *déficit* de crescimento que pode ocorrer, dentre outros fatores, devido a uma alimentação inadequada (PEDRAZA, 2011).

A estatura possui um fator de grande importância para o desenvolvimento cognitivo, rendimento produtivo e estado de saúde. Isso se relaciona com o desenvolvimento didático da criança, com desenvolvimento sensorial, principalmente audição e visão; habilidades motoras grosseiras, referentes à utilização dos grandes músculos do corpo, e habilidades motoras finas, relacionadas ao uso dos pequenos músculos das mãos; desenvolvimento da linguagem; desenvolvimento social, emocional e cognitivo como as capacidades de pensar, de memorizar e de aprender (PEDRAZA, 2011).

As consequências da alimentação inadequada, em especial a baixa estatura e as deficiências de micronutrientes, contribuem para que as crianças não atinjam seu potencial de desenvolvimento, o que resulta em baixo rendimento escolar (BRASIL, 2015).

As deficiências nutricionais de ferro, vitamina A, ácido fólico e zinco são prevalentes em todo o mundo, especialmente em crianças que vivem em grupos populacionais de baixa renda (HAIMI; LERNER, 2014). Nas últimas décadas, o Brasil tem conseguido reduzir o quadro de desnutrição em crianças, todavia, isso não se refletiu na erradicação das deficiências de micronutrientes, em particular de ferro e vitamina A, o que provavelmente está associado à qualidade dos alimentos consumidos (BRASIL, 2009).

Considerando a importância do aporte adequado de micronutrientes no desenvolvimento infantil, o PNAE estabelece valores de referência para a alimentação escolar dos seguintes micronutrientes: cálcio, ferro, magnésio, zinco, sódio, vitaminas A e C.

3.2.1 Cálcio

O cálcio é o mineral mais abundante no organismo, estando 90% localizado nos ossos e dentes - um dos responsáveis pela manutenção da concentração do cálcio sérico - e os 10% restantes divididos entre os tecidos do organismo, como os músculos – nos quais está ligado a contrações das fibras musculares - e plasma sanguíneo (DE FRANÇA, 2014).

Esse mineral é essencial à vida, desde a infância, pois permite o adequado processo de crescimento, mas também atua na transmissão de neurotransmissores no cérebro; na mineralização de ossos e dentes, no metabolismo de ferro; é importante para o bom funcionamento do coração; na secreção de vários hormônios e mediadores do sistema nervoso; na regulação da atividade plaquetária; no controle da permeabilidade e propriedades eletrônicas das membranas celulares (DE FRANÇA, 2014).

O cálcio é fundamental na mineralização e saúde óssea, pois atua desde a formação até a manutenção da estrutura e rigidez do esqueleto. Uma dieta insuficiente neste nutriente pode influenciar a formação do esqueleto e o processo de crescimento e desenvolvimento, acarretando a limitação do desenvolvimento estatural. O baixo consumo de cálcio também pode acarretar doenças crônicas, como osteoporose, câncer de cólon e hipertensão arterial na vida adulta, raquitismo e prejuízos no alcance da altura programada geneticamente (BUENO, 2008).

A vitamina D regula o metabolismo do cálcio, sendo responsável por manter os níveis séricos de cálcio a fim de que seja capaz de propiciar condições à maioria das funções metabólicas. Dessa forma, esta vitamina está envolvida no crescimento esquelético e, por isso, é essencial durante a infância e adolescência (BUENO, 2008).

As fontes de cálcio na alimentação são leite e seus derivados, vegetais verde-escuros (brócolis, couve manteiga, espinafre), conservas de peixe inteiro com ossos como a sardinha, e alimentos enriquecidos (FISBERG, 2012).

3.2.2 Ferro

O ferro, micromineral encontrado em todas as células do organismo, desempenha importantes funções no metabolismo humano, como o transporte e armazenamento de oxigênio, síntese de células vermelhas, reações de liberação de energia, conversão de ribose a desoxirribose, cofator de algumas reações enzimáticas dentre outras reações metabólicas essenciais. A maior parte de ferro no corpo humano está ligado à hemoglobina no sangue, à mioglobina nos músculos e também a enzimas no interior de cada célula (PAIVA, 2000).

A deficiência deste mineral pode resultar em prejuízo no desenvolvimento mental, anemia ferropriva, redução da capacidade do indivíduo de possuir uma vida saudável e produtiva. Por isso é essencial que se tenha um aporte adequado de ferro na dieta (GERMANO, 2002; BRASIL, 2020b).

A anemia ferropriva apresenta elevada prevalência no mundo todo, incluindo o Brasil, e está associada a impactos negativos sobre o crescimento e desenvolvimento, à baixa resistência às infecções e à mortalidade em menores de 2 anos. Por esse motivo, é considerada um dos principais problemas de saúde pública em todo o mundo (QUEIROZ, 2000). Estudos mostram que a prevalência de anemia em crianças no Brasil é de 68,8%, dos quais 26,9% apresentam anemia grave, ou seja, dentre quatro crianças, uma tem anemia grave (BUENO, 2006).

Os grupos populacionais mais atingidos são as crianças de 4 a 24 meses de idade, os escolares, as adolescentes do sexo feminino e as gestantes. Essa elevada prevalência está relacionada com a falta de saneamento básico, baixas condições socioeconômicas e alta morbidade na infância (QUEIROZ, 2000). Além disso, a alta prevalência de anemia ferropriva em crianças de 4-24 meses está relacionada com as necessidades elevadas de ferro, devido ao crescimento e o desenvolvimento acelerados da criança nos primeiros dois anos de vida, associadas a fatores ambientais como o desmame precoce, a maior prevalência de doenças, atraso na introdução de alimentos ricos em ferro e dieta monótona (OSÓRIO, 2000; BUENO 2006).

Por mais que a demanda de ferro decresça nas idades mais elevadas, o aumento e a diversidade do consumo de alimentos devido ao crescimento e ao desenvolvimento permitem atingir mais facilmente a adequação do ferro. Para as crianças menores, a dieta monótona, pobre em alimentos ricos em ferro e vitamina C, faz com que seja mais difícil atingir o ponto de corte da anemia estabelecido para os menores de cinco anos como um todo (OSÓRIO, 2002).

O ferro pode ser encontrado em grande parte dos alimentos, sendo as principais fontes as carnes e vísceras, mas também é encontrado nas leguminosas (como feijão e lentilha), nozes, alguns grãos e cereais integrais, vagens e folhosas verde-escuras (GERMANO, 2002; BRASIL, 2020).

O ferro de origem animal, conhecido como ferro heme, é mais biodisponível que o ferro de origem vegetal, o ferro não heme (GROTTO, 2010). O ferro heme é mais solúvel nas condições do intestino delgado, sendo facilmente absorvido pela mucosa intestinal. Por outro lado, o ferro não heme tem absorção bem menor, cerca de 1 a 5%, dependente da presença de fatores químicos e alimentares, como as vitaminas C e A para facilitar sua absorção. Além disso, os fitatos (encontrados em cereais e grãos), as fibras, os taninos (encontrados em chás e no café) e o cálcio dificultam sua absorção (GROTTO, 2010).

3.2.3 Magnésio

O magnésio é o segundo elemento intracelular mais abundante e o quarto mais abundante no corpo (2.000 mEq em adultos). Este mineral desempenha importante papel no organismo, podendo levar a óbito quando sua deficiência ocorre em pouco mais de um mês (DE CAMPOS, 2012).

Suas importantes funções são: controle de cerca de 18 outros minerais e como cofator de 300 reações metabólicas, tais como no metabolismo dos carboidratos, gorduras e aminoácidos, homeostase da insulina e glicemia, nas atividades hormonal e enzimática do organismo, na contração e relaxamento de músculos (inclusive coração), produção de energia, saúde cerebral, dentes e ossos e sistema nervoso (DE CAMPOS, 2012; SEVERO, 2015).

O consumo reduzido deste mineral pode acarretar o aumento do risco de desenvolvimento de resistência à insulina, diabetes *mellitus* tipo 2, doenças cardiovasculares, distúrbios neuromusculares e no metabolismo ósseo, arritmias cardíacas, hipertensão arterial, aterosclerose e eclâmpsia (SEVERO, 2015).

O magnésio tem papel fundamental na infância, pois participa no processo de desenvolvimento dos ossos. Além disso, é fundamental na atividade adequada de contração e relaxamento dos músculos. Sua ingestão também é importante para que, em períodos de crescimento, haja a redução dos desconfortos típicos desses períodos, dores nas pernas e câibras. O magnésio é um mineral indispensável na produção de energia do corpo. Portanto, crianças com falta desse mineral podem apresentar sinais de fadiga e sonolência (SEVERO, 2015).

É também um elemento essencial na produção de serotonina. Este neurotransmissor proporciona sensações de tranquilidade e serenidade, essenciais para o equilíbrio emocional. Sendo assim, ajuda as crianças a dormirem melhor e ficarem mais relaxadas. A partir disso, pode-se

associar o excesso de nervosismo, a falta de atenção e a falta de capacidade para reter informações da criança à deficiência desse mineral (SEVERO, 2015; MACÊDO, 2010).

O magnésio possui ainda funções indispensáveis para o bom funcionamento do sistema imunológico, pois evidências apontam que este mineral tem papel-chave tanto na resposta imune inata quanto na adquirida. E, por isso, sua deficiência está relacionada com graves prejuízos na função imune celular (MACÊDO, 2010).

Para que tais distúrbios não ocorram é importante a ingestão de quantidades adequadas desse mineral, sendo assim boas fontes: farelo de aveia, semente de abóbora, nozes, grão de bico, agrião, beterraba, abacate, carnes, laticínios, frutos do mar, vegetais verdes (MACÊDO, 2010).

3.2.4 Sódio

O sódio é um dos principais íons do fluido extracelular, importante para a manutenção do potencial de membrana, bomba sódio/potássio/ATPase, absorção de aminoácido, glicose e água. Está também associado à pressão osmótica, atuando no volume extracelular, na regulação arterial e pode ainda ser reabsorvido pelos rins (MACHADO, 2010).

No entanto, o excesso de sódio no organismo pode acarretar sérios problemas de saúde, sendo o principal causador da hipertensão arterial, a qual constitui fator de risco para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares e acidente vascular cerebral (MORAES, 2016).

O sódio é naturalmente encontrado em diferentes alimentos, tais como carne, ovos e peixes. Contudo, a principal fonte de sódio na alimentação é o sal de cozinha, rotineiramente empregado no preparo das refeições. Embora seja usado popularmente como sinônimo de sódio, o sal é composto pelos minerais sódio e cloreto. É recomendado o consumo diário *per capita* de até 5 g de sal de cozinha, o que equivale a uma colher de chá cheia, correspondendo a 2.000 mg de sódio por dia (COSTA; MACHADO, 2010).

O consumo excessivo de sódio está associado à grande quantidade de sal, adicionado durante e após o preparo das refeições e ao consumo excessivo de alimentos processados e ultraprocessados na alimentação (BRASIL, 2014).

Em alimentos processados e ultraprocessados, a adição de sal ou açúcar é em geral em quantidades muito superiores às usadas em preparações culinárias. Os alimentos passam por esse processo a fim de obter melhora na palatabilidade e auxiliar na conservação. O sódio, além de aumentar a vida de prateleira dos alimentos, realça o sabor dos alimentos, dando a eles maior aceitação pela população (BRASIL, 2014).

O excesso de sódio na alimentação tem sido um tema discutido por diversos órgãos nos últimos anos. Em 2008, o Ministério da Saúde, junto à Associação Brasileira das Indústrias de

Alimentação, estabeleceram um acordo para a redução do sódio de alimentos industrializados, tais como massas instantâneas, bisnaguinhas, *chips*, mistura para bolos, margarinas, cereais, temperos prontos, embutidos, dentre outros (BRASIL, 2020). Recentemente, em 2017, houve outro acordo com a indústria que exigia essa redução por mais cinco anos, a fim de observar a melhora do perfil nutricional da população para então colocar em vigor a redução permanente (BRASIL, 2020).

Em decorrência do consumo excessivo de sódio, as crianças também podem desenvolver sérios problemas, como acidentes cardiovasculares cerebrais, hipertensão arterial e insuficiência renal (COSTA, 2010).

O PNAE estabelece limites à quantidade de sódio na alimentação escolar (BRASIL, 2013):

- 400 mg *per capita* (em período parcial com oferta de 1 refeição);
- 600 mg *per capita* (em período parcial com oferta de 2 refeições);
- 1.400 mg *per capita* (em período integral com oferta de 3 ou mais refeições).

Além disso, o PNAE restringe o consumo e/ou a compra de alimentos processados e ultraprocessados, tais como enlatados e embutidos, a fim de prevenir o excesso de sódio na sua composição dos cardápios (BRASIL, 2020b).

3.2.5 Zinco

Vários aspectos do metabolismo celular são dependentes do zinco, este mineral encontra-se no organismo em quantidades de 2 a 3 g, estando em maior concentração no pâncreas, fígado, rins, músculos e ossos (MAFRA, 2004).

O zinco é cofator de diversas enzimas envolvidas em reações químicas vitais para o ser humano, além de ser um mineral importante para o crescimento, a resposta imune do organismo, a função neurológica, a maturação sexual masculina, crescimento e formação de tecidos e a defesa antioxidante (MAFRA, 2004; CRUZ, 2011).

A necessidade de zinco pode ser maior em crianças por conta do rápido crescimento, sobretudo naquelas com baixo peso ao nascer, sendo a recomendação diária de 2,5 mg/dia (MACÊDO, 2010; PADOVANI, 2006).

A deficiência de zinco é considerada um problema nutricional mundial, afetando tanto países desenvolvidos quanto em desenvolvimento. A carência deste mineral atinge cerca de um terço da população mundial, causando aproximadamente 800 mil óbitos de crianças por ano. A deficiência de zinco, no geral, pode causar retardo do crescimento, atraso na maturação sexual, lesões na pele, alopecia; mas especificamente em crianças acarreta significativamente no desenvolvimento imunológico (CRUZ, 2011; MACÊDO 2010).

Essa carência também tem efeito sobre a produção de citocinas imunorreguladoras em crianças com significativa redução de células brancas e da IL-6, a qual atua tanto na imunidade humoral quanto na mediada por células, uma vez que estimula a síntese de anticorpos, a proliferação de células T, a ativação do mecanismo natural de morte celular e citotoxicidade. Logo, a deficiência de zinco afeta tanto a imunidade mediada por células quanto a humoral em crianças (MACÊDO, 2010). Já o excesso pode ocasionar anemia, febre e distúrbios do sistema nervoso central (CRUZ, 2011).

As principais fontes de zinco são pão integral, frutos do mar, feijão, carne magra, semente de abóbora, nozes, leite, iogurte, queijo, ovos e algumas leguminosas (MAFRA, 2004).

3.2.6 Vitamina A

A vitamina A é um micronutriente que pode ser de origem de alimentos vegetal ou animal, reconhecido por sua importância ao sistema visual e imunológico (DE QUEIROZ, 2013).

O organismo humano não é capaz de produzir esse nutriente, por isso é necessário que se faça o consumo de alimentos que contenham a vitamina em sua composição, como: leite, fígado, gema de ovo, espinafre, couve, manga, mamão, abóbora, cenoura e caqui, além de óleos e frutas oleaginosas, como: buriti, dendê, pupunha e pequi, as quais são fontes de provitamina A (BVS, 2016; DE QUEIROZ 2013).

A provitamina A é responsável pela conversão de vitamina A em sua forma ativa como potente antioxidante (BVS, 2016; APARECIDA DE SOUZA 2002).

A vitamina A é armazenada no fígado e é utilizada à medida que há necessidade no organismo; se há carência dessa reserva um indivíduo pode manifestar deficiência clínica (problemas no sistema visual) ou subclínica (diarreia e morbidades respiratórias) (DE QUEIROZ, 2013; UFPEL, 2016).

A deficiência de vitamina A é considerada um grande problema de saúde pública, sendo que a maior consequência é a cegueira noturna, conhecida também por xerofthalmia, a qual afeta três partes do sistema visual, retina, conjuntiva e córnea. Provoca diminuição da sensibilidade à luz ou até a cegueira parcial ou total (BVS, 2016).

3.2.7 Vitamina C

Assim como a vitamina A, o organismo humano é incapaz de sintetizar a vitamina C, conhecida também como ácido ascórbico, a qual é um micronutriente com função antioxidante, de manutenção das paredes dos vasos sanguíneos, de manutenção da função imunológica, de reparação de tecidos. Além disso, a vitamina C atua na absorção do ferro, atua na defesa do organismo contra infecções e garante a formação das fibras de colágeno (MANELA-AZULAY, 2013).

A consequência mais comum da deficiência de vitamina C é o escorbuto, uma doença que se manifesta por meio de hemorragias (petéquias, equimoses, sangramento das gengivas), edema nas articulações, fadiga, lassidão, tonteados, anorexia, alterações cutâneas, infecções e morte. (MANELA-AZULAY, 2013). Esse micronutriente é encontrado principalmente em alimentos cítricos, como: laranja, acerola e limão e também em vegetais como: brócolis, pimentão e couve. Pode ser encontrado naturalmente em alimentos em duas formas: a forma reduzida (ácido ascórbico) e a forma oxidada (ácido desidroascórbico), e ambas são formas fisiologicamente ativas (ARANHA, 2000; COUTO, 2010).

3.3 Avaliação qualitativa de cardápios

O Índice de Qualidade foi desenvolvido para o uso da COSAN (Coordenação de Segurança Alimentar e Nutricional) do PNAE, o Índice de Qualidade da COSAN (IQ COSAN), foi inspirado no Indicador de Qualidade de Cardápios para Alimentação Escolar – IQCAE e fundamentado nas leis vigentes do Programa (FNDE, 2018).

A COSAN analisa, aproximadamente, 120 cardápios escolares por ano e, por isso, houve a necessidade de uma padronização nas avaliações para que fosse possível garantir uma análise mais prática e sem alegações subjetivas, além de visar à redução de interferências interpessoais (FNDE, 2018).

O objetivo dessa ferramenta de análise é a padronização das avaliações dos cardápios escolares realizadas pela equipe técnica da COSAN, nutricionistas que atuam no âmbito do PNAE, equipes técnicas dos CECANE e outros envolvidos na alimentação escolar (FNDE, 2018).

Esse índice parte do princípio de que a presença de alimentos dos seis grupos alimentares é o principal marcador de qualidade de um cardápio. Esses grupos incluem: cereais e tubérculos, feijões, legumes e verduras, frutas *in natura*, leite e derivados, carnes e ovos. A ferramenta também verifica a presença de alimentos restritos pela resolução do PNAE e alimentos e preparações doces no cardápio da alimentação escolar. Esse índice também avalia a presença semanal de alimentos regionais e alimentos da sociobiodiversidade brasileira (FNDE, 2018).

4. METODOLOGIA

Foi realizado um estudo descritivo que avaliou o cardápio do mês de março de 2020 (último cardápio planejado antes da suspensão das aulas presenciais em decorrência da pandemia de COVID-19), planejado para estudantes do ensino fundamental matriculados na rede de ensino público da sede e distritos de Ouro Preto (Minas Gerais) em período parcial. O cardápio foi planejado, pela nutricionista responsável da prefeitura, para oferecer uma refeição diária para 4.530 alunos nas faixas etárias de 6 a 10 anos e de 11 a 15 anos.

4.1 Avaliação da composição de micronutrientes dos cardápios

Foram avaliados quatro mapas do cardápio, de segunda à sexta-feira, totalizando 20 dias de cardápio, quanto às quantidades de vitaminas A e C, cálcio, ferro, zinco, magnésio e sódio. As quantidades desses micronutrientes foram estimadas a partir de todos os ingredientes e os respectivos valores de *per capita* líquido descritos nas fichas técnicas de preparação, fornecidas pela Secretaria de Educação do município. Os cálculos foram realizados utilizando-se duas tabelas de composição de alimentos, a fim de comparar a existência de diferenças entre elas: a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO/UNICAMP) e a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA/USP). Para efetuar os cálculos, uma planilha foi desenvolvida no programa *Libreoffice Calc*, com base nos valores de micronutrientes dos alimentos coletados em cada tabela de composição.

A adequação da oferta de micronutrientes dos cardápios escolares foi verificada pela comparação aos valores de referência estabelecidos na Resolução nº 26/2013, pois o cardápio avaliado foi planejado de acordo com esta resolução, antes da última atualização na legislação do PNAE, ocorrida durante o período de suspensão das aulas presenciais em decorrência da pandemia de COVID-19.

O teste de Shapiro-Wilk foi aplicado para avaliar a aderência dos dados quantitativos à distribuição normal. Como as variáveis foram consideradas não-paramétricas, as quantidades de micronutrientes foram expressas como mediana e valores mínimo-máximo. O teste de Mann-Whitney foi aplicado para comparar as medianas dos micronutrientes entre as tabelas de composição. E o teste de Wilcoxon foi aplicado para comparar as medianas dos micronutrientes com os valores de referência estabelecidos pelo PNAE.

A adequação dos micronutrientes do cardápio aos parâmetros do PNAE também foi avaliada. O cardápio foi considerado adequado quando a oferta atendia entre 80 e 120% dos valores

de referência de micronutrientes. Esse parâmetro foi estabelecido com base nas recomendações do *Food and Nutrition Board* (2000).

4.2 Avaliação qualitativa do cardápio escolar

A análise qualitativa do cardápio foi feita utilizando-se a ferramenta IQ COSAN E. O IQ COSAN é um instrumento elaborado no programa Excel que avalia o cardápio, por meio da atribuição de pontuação, de acordo com quatro critérios: (1) presença de alimentos dos seis grupos alimentares, principal marcador de qualidade de um cardápio: cereais e tubérculos, feijões, legumes e verduras, frutas *in natura*, leite e derivados, carnes e ovos; (2) presença de alimentos regionais e da sociobiodiversidade; (3) diversidade semanal das refeições ofertadas; e (4) ausência de alimentos classificados como restritos, proibidos e alimentos ou preparações doces (FNDE, 2018).

Para avaliação de cada um dos grupos alimentares, a planilha de cada semana de cardápio é preenchida com o número 2 em caso de presença de algum alimento do grupo ou 0 em caso de ausência, sendo gerado automaticamente uma pontuação final referente àquela semana. A avaliação da diversidade das refeições é realizada pelo preenchimento do número de diferentes alimentos ofertados em uma semana. O cardápio é considerado variado quando há, no mínimo, 15 alimentos diferentes no cardápio diário. Para avaliação de sociobiodiversidade e alimentos regionais, preenche-se a planilha com o número 2,5 quando há ao menos uma opção de alimento regional ou da sociobiodiversidade e 0 caso não tenha na semana. A planilha de presença de alimentos proibidos é preenchida com o número -10 quando há alimento proibido no cardápio ou 0 se não houver (FNDE, 2018).

Após preencher todos os campos é gerado um resultado mensal, a pontuação de 0 a 45,9 indica que o cardápio está “inadequado”, de 46 a 75,9 indica “precisa melhorar” e de 76 - 95 indica que o cardápio está “adequado”.

5. RESULTADOS

5.1 Composição e adequação de micronutrientes no cardápio

Na Tabela 1 estão apresentados os valores estimados de micronutrientes do cardápio da alimentação escolar do município, utilizando as duas tabelas de composição de alimentos. Dentre os micronutrientes analisados, apenas as medianas de vitamina A apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre a TACO e TBCA.

Tabela 1: Composição de micronutrientes do cardápio planejado, estimado usando as tabelas TACO e TBCA, em comparação aos valores de referência estabelecidos pelo Programa de Alimentação Escolar (PNAE) para escolas públicas do Ensino Fundamental de Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil, 2020.

Micronutrientes	TACO	TBCA	PNAE	
			6 a 10 anos	11 a 15 anos
Cálcio (mg)	43 ^{A, a} (12 a 70)	36 ^{A, b} (14 a 63)	210 ^c	260 ^d
Magnésio (mg)	65 ^{A, a} (19 a 78)	53 ^{A, b} (18 a 66)	37 ^c	63 ^{a, d}
Ferro (mg)	2,3 ^{A, a} (0,5 a 2,9)	2,3 ^{A, a} (0,5 a 3,4)	1,8 ^a	2,1 ^a
Zinco (mg)	1,9 ^{A, a} (0,5 a 2,7)	2,1 ^{A, a} (0,5 a 2,9)	1,3 ^b	1,8 ^a
Sódio (mg)	519 ^{A, a} (333 a 714)	537 ^{A, b} (325 a 738)	400 ^c	400 ^d
Vitamina A (μg)	1 ^{A, a} (0,4 a 39)	101 ^{B, b} (9 a 470)	100 ^b	140 ^b
Vitamina C (mg)	9 ^{A, a} (2 a 21)	9 ^{A, b} (3 a 22)	7 ^b	12 ^b

Letras maiúsculas na mesma linha indicam diferença estaticamente significativa ($p < 0,05$) entre as medianas da TACO e da TBCA.

Letras minúsculas na mesma linha indicam diferença estaticamente significativa ($p < 0,05$) nas medianas da TACO ou da TBCA em comparação os parâmetros nutricionais do PNAE para cada faixa etária.

Teste de Mann-Whitney, para comparar medianas dos micronutrientes entre as tabelas de composição (TACO x TBCA).

Teste de Wilcoxon, para comparar as medianas dos micronutrientes com os valores de referência estabelecidos pelo PNAE, de acordo com a faixa etária.

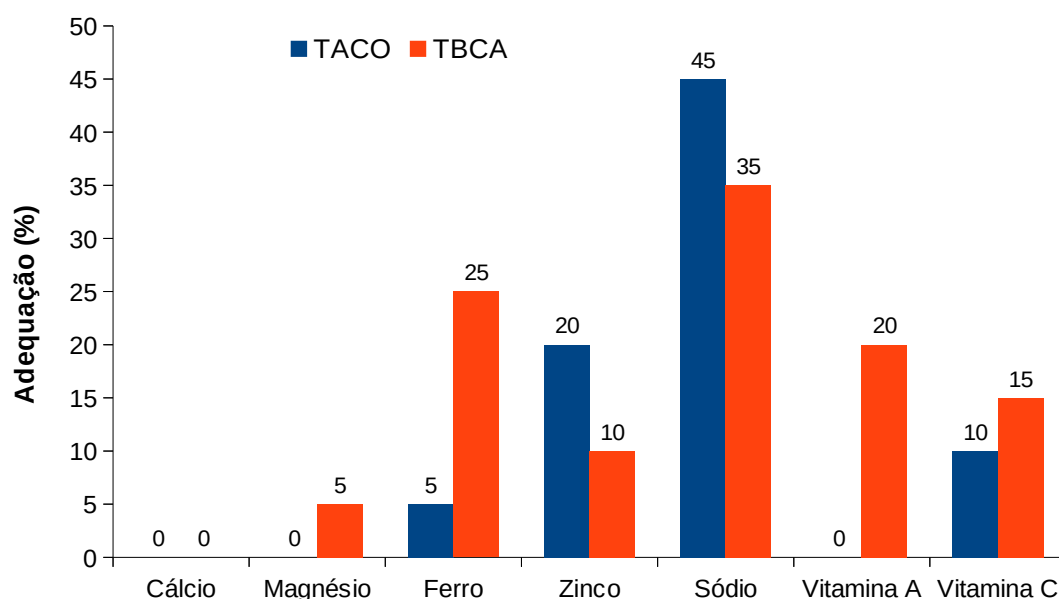
Na Tabela 1, também se observa a comparação dos valores de micronutrientes do cardápio com os valores de referência estabelecidos pelo PNAE, de acordo com a faixa etária (BRASIL, 2013). Para a faixa etária de 6 a 10 anos, foi observada diferença significativa entre os micronutrientes do cardápio planejado e os valores de referência estabelecidos na resolução do Programa, exceto para ferro (TACO, $p = 0,588$; TBCA, $p = 0,694$), vitamina A (TBCA, $p = 0,596$)

e vitamina C (TACO, $p = 0,062$). As medianas de magnésio, zinco e sódio apresentavam-se acima, enquanto a mediana de cálcio apresentava-se abaixo do determinado pelo PNAE ($p < 0,05$).

Considerando a faixa etária de 11 a 15 anos, as medianas de cálcio, magnésio (calculada pela TBCA) e vitamina A (calculada pela TACO) estavam abaixo dos valores de referência do PNAE (BRASIL, 2013) e apenas a mediana de sódio estava acima (Tabela 1). Não houve diferença significativa para ferro (TACO, $p = 0,866$; TBCA, $p = 0,695$), zinco (TACO, $p = 0,793$; TBCA $p = 0,506$) e vitamina C (TACO, $p = 0,239$; TBCA $p = 0,322$) em relação aos valores de referência, independentemente da tabela de composição utilizada. Observou-se divergência na adequação de magnésio e vitamina A ao estabelecido para a faixa etária supracitada, quando se utilizou tabelas de composição distintas para o cálculo.

Nas figuras 1 e 2 encontra-se a porcentagem de dias adequados do cardápio ao PNAE, de acordo com a faixa etária. Dentre os 20 dias analisados do cardápio, verificou-se que menos de 50% desses eram adequados em relação aos micronutrientes para atender à faixa etária de 6 a 10 anos, sendo que em nenhum dia foram atingidos os valores recomendados para cálcio (Figura 1).

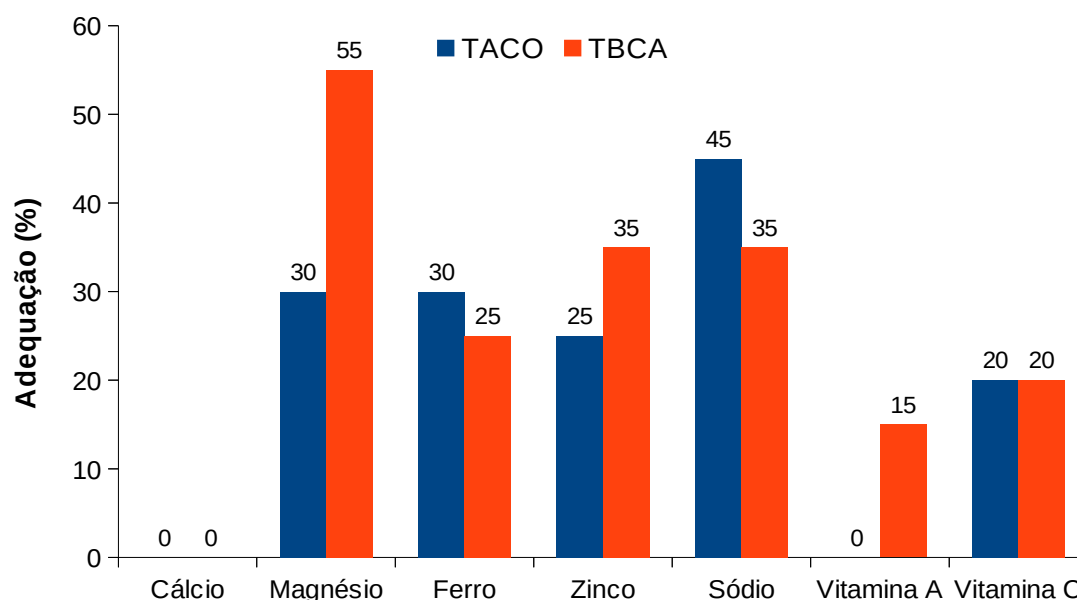
Figura 1: Percentual de dias do cardápio escolar planejado para crianças de 6 a 10 anos que encontravam-se adequados quanto à oferta de micronutrientes estimados com base nas tabelas TACO e TBCA.



Para os adolescentes entre 11 e 15 anos, também se identificou que o percentual de adequação do cardápio era baixo para todos os micronutrientes avaliados e que a quantidade de cálcio não atingiu os valores de referência em nenhum dos dias do cardápio (Figura 2). Verificou-se que a maior parte dos 20 dias do cardápio planejado apresentavam quantidades de magnésio (TACO

= 14), vitamina A (TACO = 20; TBCA = 15) e vitamina C (TACO = 16; TBCA = 16) abaixo dos valores de referência do PNAE.

Figura 2: Percentual de dias do cardápio escolar planejado para crianças/adolescentes de 11 a 15 anos que encontravam-se adequados quanto à oferta de micronutrientes estimados com base nas tabelas TACO e TBCA.



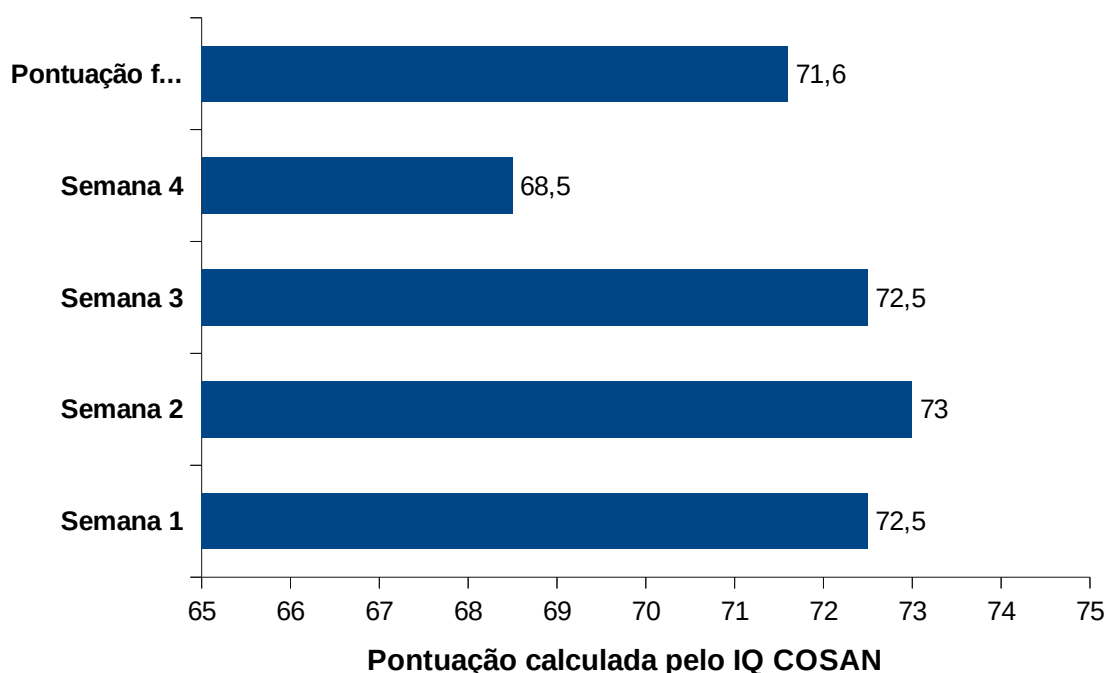
Ao comparar a adequação do cardápio planejado para crianças de 6 a 10 anos entre as tabelas TACO e TBCA, observou-se maior percentual de adequação do zinco e sódio quando os cálculos foram feitos usando a TACO. Entretanto, utilizando a TBCA, verificou-se maior percentual de adequação do ferro e vitaminas A e C para a faixa etária supracitada (Figura 1).

Para a faixa etária de 11 a 15 anos, houve maior percentual de adequação do magnésio e ferro na estimativa realizada utilizando a TACO. Ao usar a TBCA, o magnésio e o zinco foram os nutrientes que se destacaram pelo maior percentual de adequação (Figura 2).

5.2 Avaliação qualitativa dos cardápios escolares

A pontuação mensal média calculada pelo IQ COSAN foi igual a 71,6, indicando que o cardápio “precisa melhorar” (Figura 3). Dentre as quatro semanas avaliadas, a semana 4 apresentou a menor pontuação.

Figura 3: Pontuação mensal média e por semana do cardápio escolar do município de Ouro Preto (Minas Gerais) calculada pelo IQ COSAN.



Na Tabela 2, também se observa a pontuação para os componentes de avaliação diária e semanal para cada semana do cardápio. Verificou-se perdas na pontuação do cardápio relacionadas à presença de alimentos dos grupos “legumes e verduras”, “frutas *in natura*” e “leite e derivados”, de alimentos restritos, de alimentos e preparações doces e à oferta de alimentos da sociobiodiversidade.

Tabela 2: Pontuação calculada pela IQ COSAN para os componentes de avaliação diária e semanal nas quatro semanas do cardápio escolar do município de Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil, 2020.

Componentes de avaliação diária	Pontuação			
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Presença de alimentos do grupo dos cereais e tubérculos	10	10	10	8
Presença de alimentos do grupo dos feijões	8	6	8	6
Presença de alimentos do grupo dos legumes e verduras	10	8	10	10
Presença de frutas <i>in natura</i>	6	8	6	6
Presença de alimentos do grupo leite e derivados	0	0	0	0
Presença de alimentos do grupo das carnes e ovos	10	10	10	10
Ausência de alimentos restritos	8	8	8	8

Ausência de alimentos e preparações doces	8	8	8	8
Componentes de avaliação semanal				
Oferta de alimentos regionais	2,5	2,5	2,5	2,5
Oferta de alimentos da sociobiodiversidade	0	2,5	0	0
Diversidade do cardápio	10	10	10	10
Oferta de alimentos proibidos	0	0	0	0

Na Tabela 3, se observa a frequência semanal e o percentual de oferta mensal dos grupos de alimentos avaliados pelo IQ COSAN. A avaliação mostrou que em todos os dias foram ofertados alimentos do grupo de carnes e ovos, não sendo considerada a oferta de carne de soja e produtos cárneos ultraprocessados (mortadela, salsicha, linguiça, presunto, bacon, carne bovina curada, assim como almôndega e hambúrguer, com exceção dos artesanais), pois a oferta desses produtos é restrita segundo o PNAE (FNDE, 2018).

Os grupos de cereais e tubérculos e de legumes e verduras servidos tanto crus quanto cozidos, refogados ou em sopas e cremes, estavam presentes em 95% dos dias do cardápio escolar. Os alimentos dos grupos dos feijões e das frutas *in natura* eram oferecidos em 70% e 65% dos dias avaliados. É importante ressaltar que a presença de frutas *in natura* é considerada quando ocorre a oferta em sua forma natural, desconsiderando sucos, vitamina ou preparações com fruta na composição. Por fim, os alimentos do grupo de leite e derivados não estavam presentes em nenhum dia do mês.

Tabela 3: Oferta média semanal e mensal dos grupos alimentares no cardápio da alimentação escolar do município de Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil, 2020.

Semanas	Dias (n)	Cereais e Tubérculos	Feijões	Legumes e Verduras	Frutas <i>in natura</i>	Leite e derivados	Carne e ovos
Semana 1	5	5	4	5	3	0	5
Semana 2	5	5	3	4	4	0	5
Semana 3	5	5	4	5	3	0	5
Semana 4	5	4	3	5	3	0	5
Total de dias do mês	20	19	14	19	13	0	20

% de oferta mensal	95	70	95	65	0	100
--------------------	----	----	----	----	---	-----

Na Tabela 4, é demonstrado que os alimentos classificados como restritos e alimento/preparação doce estavam presentes em 20% dos dias do cardápio, o que corresponde à presença desses alimentos uma vez por semana na refeição. O mel foi o único alimento identificado como restrito no cardápio, sendo este também classificado como alimento doce. Dessa forma, o mel foi considerado nos dois grupos de alimentos. O mel era ofertado como sobremesa em substituição à fruta *in natura*.

Tabela 4: Distribuição percentual da presença de alimentos restritos e alimentos ou preparações doces no cardápio escolar do município de Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil, 2020.

	Alimento Restrito			Alimento ou Preparação Doce		
	Nenhum dia	1-3 dias	4-5 dias	Nenhum dia	1-3 dias	4-5 dias
Semana 1	80%	20%	-	80%	20%	-
Semana 2	80%	20%	-	80%	20%	-
Semana 3	80%	20%	-	80%	20%	-
Semana 4	80%	20%	-	80%	20%	-

Na Figura 4, também se observa a frequência semanal de alimentos regionais e alimentos da sociobiodiversidade. Os alimentos classificados como regionais estavam presentes pelo menos uma vez por semana nos quatro mapas do cardápio escolar (Figura 4), sendo eles: couve, inhame, espinafre, quiabo, repolho e vagem. A semana 2 apresentava alimentos regionais em 80% dos dias do cardápio.

A presença de alimentos que pertençam à sociobiodiversidade, do estado de Minas Gerais, no cardápio, ocorreu em apenas 20% dos dias da semana 2 (Figura 4), o que correspondeu a oferta de mandioca, uma vez nessa semana.

Figura 4: Frequência semanal de alimentos regionais e da sociobiodiversidade no cardápio da alimentação escolar do município de Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil, 2020.



Quanto à diversidade de alimentos presentes nos cardápios, verificou-se que nas duas primeiras semanas eram ofertadas uma variedade de 19 alimentos, na terceira 20 e na quarta, 21 alimentos diferentes.

6. DISCUSSÃO

Esse estudo encontrou apenas diferença significativa entre a TACO e a TBCA em relação às medianas de vitamina A. Isso acontece porque a TACO contabiliza a quantidade dessa vitamina apenas em retinol, que é a forma ativa da vitamina A encontrada apenas em alimentos de origem animal, enquanto a TBCA contabiliza essa vitamina em termos de RE (Equivalente de Retinol) e RAE (Atividade Equivalente ao Retinol), incluindo assim os beta-carotenos que, podem ser convertidos em retinol no organismo humano (CAMPOS, 2005).

Também foi observada divergência na adequação da composição de micronutrientes do cardápio, em relação ao PNAE, de acordo com a tabela de composição utilizada. Essa divergência ocorre por conta dos diferentes métodos de análise utilizados em cada tabela, compilação de dados e análise laboratorial, além disso o teor de micronutrientes pode variar muito de acordo com o solo e as condições de cultivo dos alimentos (SILVA, 2014)

Santos e Sottero (2020) estimaram o valor energético de cardápios, planejados para alimentação escolar num município no interior de Sergipe, utilizando a tabela de composição do IBGE e a TACO. Os autores também observaram divergências quanto à adequação do valor energético dos cardápios ao PNAE entre as duas tabelas de composição (SANTOS & SOTTERO, 2020).

Os resultados do estudo de Santos e Sottero citado acima, mostram que em apenas cinco semanas (41,7%) os cardápios estavam adequados em relação aos valores recomendados pelo PNAE e as demais semanas apresentaram valores acima ou abaixo do recomendado. De acordo com a TACO, nenhum dos valores médios semanais estavam de acordo com o PNAE. O estudo aponta que há uma considerável discrepância entre o valor energético dos cardápios planejados e os que são propostos pelo PNAE, sendo a prevalência de valores acima do recomendado, podendo chegar a um planejamento 200% acima do recomendado (SANTOS & SOTTERO, 2020).

Dependendo da tabela de composição de alimentos utilizada, é possível encontrar divergências na adequação da composição nutricional do cardápio da alimentação escolar ao PNAE. Essa situação pode causar insegurança quanto à avaliação da adequação do cardápio. É importante assegurar que as quantidades de nutrientes atendam aos valores de referência e não ultrapassem as UL (Limite de Ingestão Máxima Tolerável).

Considerando que não se tem uma tabela de composição de alimentos completa, o mais recomendado seria utilizar mais de uma tabela, a fim de alcançar, dentro do possível uma estimativa melhor da realidade, proporcionando mais segurança ao nutricionista ao planejar o cardápio.

As inadequações nutricionais no cardápio da alimentação escolar podem acarretar problemas no desenvolvimento e na saúde das crianças e adolescentes atendidos pelo PNAE. A ingestão insuficiente de micronutrientes está associada a problemas de desenvolvimento, tais como defeitos ao nascimento, atrasos no desenvolvimento físico e cognitivo, risco aumentado de doenças infecciosas (gastroenterite aguda, pneumonia, sarampo, infecções parasitárias) e de desenvolver doenças crônicas na vida adulta (CABALLERO, 2002; HAIMI; LERNER, 2014). O alcance do potencial total de crescimento das crianças é resultado da interação entre seus fatores genético e os fatores ambientais, como a ingestão correta de micronutrientes (PEDRAZA, 2011).

Considerando ambas as faixas etárias atendidas e os cálculos a partir das duas tabelas de composição, o cardápio planejado apresentava quantidade insuficiente de cálcio. A inadequação desse nutriente causa extrema preocupação, pois o seu baixo consumo pode ocasionar raquitismo e prejuízos no alcance da altura programada geneticamente em crianças e adolescentes. Além de representar risco para o desenvolvimento de doenças crônicas, como osteoporose, câncer de cólon e hipertensão arterial na vida adulta (BUENO, 2008).

A mediana de magnésio do cardápio planejado foi adequada ao valor de referência para a faixa etária de 6 a 10 anos, considerando ambas as tabelas, e inadequada para os estudantes de 11 a 15 anos, do ponto de vista da TBCA. Aproximadamente metade dos dias do cardápio não atingiram a recomendação de ingestão diária de magnésio do PNAE (BRASIL, 2013) para os estudantes adolescentes. A deficiência frequente na ingestão de magnésio pode provocar resistência à insulina, diabetes *mellitus* tipo 2, doenças cardiovasculares, desordens neuromusculares e no metabolismo ósseo, arritmias cardíacas, hipertensão arterial, aterogênese e eclâmpsia (SEVERO, 2015). O magnésio é um nutriente relacionado à saúde muscular e cerebral e produção eficiente de energia (DE CAMPOS, 2012; SEVERO, 2015; PAIVA, 2000). Para evitar que isso aconteça é importante ter uma dieta balanceada com alimentos que forneçam boa quantidade desse nutriente, como brócolis, grão de bico, rúcula e gergelim.

A quantidade de ferro do cardápio foi adequada a ambas as faixas etárias dos estudantes, sendo que mais da metade dos dias do cardápio apresentaram quantidades desse micronutriente equivalente ou acima do recomendado pelo PNAE. A deficiência deste mineral pode resultar em prejuízo para o desenvolvimento mental e anemia ferropriva, afetando a saúde e produtividade do indivíduo, e, para evitar tal deficiência, é necessária a ingestão de alimentos como espinafre, carnes, ovos, brócolis e couve (GERMANO, 2002; BRASIL, 2020b).

A maior parte dos dias do cardápio planejado (TACO=12; TBCA=13) apresentavam quantidade de sódio acima do determinado pelo PNAE para as duas faixas etárias, mesmo sem apresentar grande quantidade de alimentos processados e ultraprocessados no cardápio. Isso leva à

teoria de que possa estar sendo planejada uma quantidade elevada de sal a ser adicionada nas preparações do cardápio. Sendo assim, é extremamente necessário diminuir essa quantidade de sal adicionado e/ou de temperos prontos previstos nas fichas técnicas das preparações que compõem o cardápio. A ingestão elevada e contínua de sódio aumenta as chances de crianças e adolescentes desenvolverem sérios problemas de saúde, como acidentes cardiovasculares cerebrais, hipertensão arterial e insuficiência renal (COSTA, 2010).

A quantidade de zinco na maior parte dos dias do cardápio estava adequada ou acima das necessidades dos estudantes de 6 a 15 anos. Esse resultado pode ser associado à presença frequente de alimentos como feijão, carnes e ovos. O zinco é um nutriente importante para o crescimento físico adequado, a eficácia da resposta imune e função neurológica, a formação de tecidos e a defesa antioxidante (COSTA, 2010; MAFRA, 2004; CRUZ, 2011).

A estimativa de vitamina A obtida utilizando a TACO apontou a inadequação desse nutriente no cardápio planejado para ambas as faixas etárias. Enquanto a estimativa utilizando a TBCA mostrou que a maioria dos dias do cardápio apresentavam quantidades adequadas ou acima para estudantes de 6 a 10 anos. Embora a mediana de vitamina A não tenha sido significativamente diferente do valor de referência, as quantidades diárias dessa vitamina no cardápio estavam abaixo do adequado para os estudantes adolescentes. A deficiência de vitamina A pode originar uma síndrome ocular, chamada xerofthalmia, a qual pode conduzir a um quadro de cegueira irreversível, além de prejuízos na aprendizagem (SOUZA, 2002). É possível aumentar o teor de vitamina A aumentando a oferta de leite integral, gema de ovo, hortaliças amarela-alaranjadas e verde-escuro.

Por fim, a quantidade de vitamina C estava adequada ou acima do recomendado diariamente para a faixa etária de 6 a 10 anos em 70% dos cardápios planejados. Enquanto, cerca de metade dos dias do cardápio apresentavam quantidade dessa vitamina abaixo da recomendação para os estudantes de 11 a 15 anos. A ingestão adequada de vitamina C previne o escorbuto, proporciona defesa do organismo contra infecções, sendo ainda fundamental na integridade das paredes dos vasos sanguíneos e para a formação das fibras colágenas, existentes em praticamente todos os tecidos do corpo humano (AZULAY, 2003). Uma boa alternativa para sanar tal inadequação seria a oferta de mais alimentos fonte de vitamina C, como, por exemplo, colocar a laranja ou mexerica como sobremesa, e ainda adicionar suco de limão natural ao cardápio.

Outros estudos sobre avaliação quantitativa de micronutrientes em cardápios da alimentação escolar (BEZ, 2017; GOMES, 2014; BALDYKOWSKI, 2016) também encontraram inadequação nas quantidades de vitaminas e minerais, quando comparadas aos valores de referência para cada faixa etária.

A avaliação qualitativa do cardápio planejado, usando a ferramenta IQ COSAN, indicou que este precisava de melhorias. A pontuação do cardápio foi influenciada pela ausência de alimentos do grupo de leite e derivados, o que pode ser explicado pelo fato das refeições avaliadas corresponderem ao almoço. A inadequação da quantidade de cálcio do cardápio está associada à ausência de alimentos desse grupo e isso ainda pode ter influenciado na quantidade insuficiente de vitamina A encontrada. Para aqueles estudantes que a alimentação escolar representa a principal ou a única refeição no dia, o risco de manifestar deficiência de vitamina A e cálcio é ainda maior. A pontuação final também foi afetada pela frequência de alimentos dos grupos dos feijões e frutas *in natura*, pela baixa oferta de alimentos da sociobiodiversidade e pela presença de alimentos restritos e doces.

Embora a presença de frutas *in natura* não tenha alcançado a pontuação total, a sua oferta atingiu a recomendação preconizada pela Resolução nº 26/2013 - que determina a obrigatoriedade da oferta mínima de 3 porções de frutas *in natura* por semana (BRASIL, 2013). A presença de legumes e verduras ocorreu em 95% dos dias, sendo esta bem variada em relação às preparações e opções, o que garante um ótimo aporte de vitaminas e minerais (VEIROS, 2012).

Menegazzo *et al.* (2011) avaliaram qualitativamente as preparações do cardápio, oferecido nos Centros de Educação Infantil em Florianópolis (SC) durante 25 dias, e, ao contrário dos resultados deste trabalho, identificaram baixa oferta de frutas (4%), verduras (16%) e legumes (48%).

A oferta de alimentos dos grupos de legumes e verduras e de frutas é essencial para o crescimento e desenvolvimento das crianças, pois são fontes importantes de vitaminas, minerais e fibras alimentares na alimentação humana, além de contribuir para a formação de hábitos alimentares saudáveis e adequados desde a infância (VEIROS, 2012).

O grupo de cereais e tubérculos estava presente em 95% dos dias do cardápio. Porém, apesar desse grupo abranger uma grande diversidade de alimentos, houve pouca variedade nas opções sendo majoritariamente ofertado arroz branco e macarrão, além de não ser ofertado nenhum cereal integral. Esse fato pode ser explicado pelo alto custo dos alimentos integrais, porém estes são mais nutritivos por conter maior quantidade de fibras, proteínas e minerais. Quanto à oferta de alimentos do grupo dos feijões, observou-se que era incluído apenas o feijão carioca, porém em diferentes formas de preparação (tutu, batido, inteiro).

As carnes e ovos estavam presentes em todos os dias dos cardápios e com diversidade de opções em cada dia da semana, o que é de extrema importância para garantir o consumo de proteínas de alto valor biológico e ferro (ferro heme no caso das carnes) pelas crianças, auxiliando no crescimento e desenvolvimento adequado delas (VEIROS, 2012).

Por fim, é importante destacar a presença de alimentos restritos e doces, e preparações doces uma vez por semana durante o mês. De acordo com a resolução nº 26/2013, a oferta de doce é limitada a, no máximo, duas porções por semana, sendo de no máximo 110 kcal/porção, a fim de garantir que não haja prejuízos à saúde dos que usufruem da alimentação em questão pelo consumo em excesso de açúcares simples. Mesmo que esteja de acordo com o que é permitido pela resolução, seria interessante que a oferta de mel como sobremesa fosse substituída por uma fruta. O consumo em excesso de açúcar simples traz prejuízos à glicemia e a insulina, uma vez que esses alimentos têm capacidade de elevar a liberação de insulina causando sua resistência (produção não suficiente), podendo acarretar, em longo prazo, a diabetes tipo 2; além de também gerar prejuízo aos dentes, pois o açúcar entra em contato com bactérias cáries existentes na boca, que usam esse açúcar como fonte de energia, dando origem à cárie (SOUZA FILHO, 2010; FNDE, 2013; LEITE, 1999).

É necessário aumentar a oferta de alimentos regionais e de sociobiodiversidade no cardápio, pois é importante para o apoio e incentivo do comércio local, em especial à agricultura familiar, sendo mais sustentável, e ainda garante que o cardápio esteja alinhado com a cultura local e obtenha maior aceitação por parte das crianças e adolescentes que consomem tal refeição.

As limitações do trabalho são atribuídas ao fato de terem sido avaliados apenas o cardápio planejado, e não o cardápio que realmente foi servido aos alunos. Nem sempre o cardápio servido corresponde integralmente ao planejado, uma vez que são comuns problemas de logística, tais como no recebimento, armazenamento e descongelamento dos alimentos. Além disso, muitas vezes as porções servidas aos alunos são diferentes daquelas estabelecidas no planejamento. Esses aspectos dificultam uma estimativa mais exata das quantidades de micronutrientes ofertados aos alunos pelo cardápio.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao comparar a composição de micronutrientes do cardápio da alimentação escolar, estimada usando duas tabelas de composição, e avaliar sua adequação ao PNAE, a avaliação dos cardápios revelou a predominância de cardápios que não se adequam às quantidades de micronutrientes, sendo as quantidades de cálcio, vitamina A, magnésio e vitamina C abaixo dos valores estabelecidos pelo PNAE. Por esse motivo é de extrema importância rever a composição do cardápio, de modo a incluir mais alimentos fontes desses nutrientes.

Além disso, foi possível verificar que o uso de apenas uma tabela na estimativa do valor nutricional do cardápio pode indicar a inadequação dos nutrientes, pois não há nenhuma tabela completa. Sendo assim, para garantir uma maior segurança no planejamento é importante utilizar mais de uma tabela para estimar as quantidades desses nutrientes nos cardápios.

A análise qualitativa mostrou que o cardápio analisado precisa de melhoras indicando a necessidade de aumentar a oferta de alimentos da sociobiodiversidade da região sudeste, substituir o mel da sobremesa por uma fruta e incluir alimentos do grupo de leite e derivados.

Essa situação expõe as dificuldades enfrentadas no planejamento de cardápios da alimentação escolar e a importância da avaliação quantitativa e qualitativa do cardápio planejado. Esse estudo ressalta a importância do nutricionista como responsável técnico na alimentação escolar, por ser o profissional capacitado para realizar o diagnóstico e acompanhamento do estado nutricional, e para planejar cardápios respeitando os hábitos alimentares e a cultura local. Por fim, é importante ressaltar a importância da avaliação pelo próprio profissional nutricionista por meio das tabelas de composição e valores de referências do PNAE.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARANHA, Flávia Queiroga; BARROS, Zianne Farias; MOURA, Luiza Sonia Asciutti; *et al.* O papel da vitamina C sobre as alterações orgânicas no idoso. **Revista de Nutrição**, v. 13, n. 2, p. 89–97, 2000. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rn/a/chQTbz5yK6VTwNm5XcQwBK/?lang=pt>>. Acesso em: 13 Jul. 2021.

BALDYKOWSKI, Bruna, et al. Análise quantitativa de micronutrientes dos cardápios de pré-escolares da rede pública de Ponta Grossa-PR. **Revista Nutrir**, v.1, n. 5, 2016. Disponível em: <<http://cescage.com.br/revistas/index.php/nutrir/article/view/1006>>. Acesso em: 26 Mar. 2021.

BEZ, Andressa. Aceitação da alimentação e análise do cardápio escolar de uma Escola Municipal De Francisco Beltrão – PR. **Revista da Associação Brasileira de Nutrição - RASBRAN**, v. 8, n. 2, p. 12–19, 2017. Disponível em: <<https://www.rasbran.com.br/rasbran/article/view/268>>. Acesso em: 26 Mar. 2021.

BOLZAN, Rodrigo Cordeiro. Bromatologia. Colégio Agrícola Frederico Westphalen – RS: Rede e-Tec Brasil, 2013. Disponível em: http://estudio01.proj.ufsm.br/cadernos/cafw/tecnico_agroindustria/bromatologia. Acesso em: 24 de abr. 2020.

BOSS, Charles; FREDEEN, Kenneth. **Concepts, instrumentation and techniques in inductively coupled plasma optical emission spectrometry**. 3. ed. Waltham: PerkinElmer, 2004.

BRASIL. **Alimentação e Nutrição**. Disponível em: <https://www.fnde.gov.br/index.php/programas/pnae/pnae-eixos-de-atuacao/pnae-alimentacao-e-nutricao>. Acesso em: 24 abr. 2020

BRASIL. **Compra da agricultura familiar no PNAE**. Disponível em: <http://mds.gov.br/compra-da-agricultura-familiar/pnae>. Acesso em 20 mar. 2020

BRASIL. **Histórico do PNAE**. Disponível em: <https://www.fnde.gov.br/index.php/programas/pnae/pnae-sobre-o-programa/pnae-historico>. Acesso em: 20 de mar 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Resolução CD/FNDE nº 38, de 16 de julho de 2009. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar aos alunos da educação básica no Programa Nacional de Alimentação Escolar - PNAE. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF. 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Centro Brasileiro de Análise e Planejamento. **Pesquisa Nacional de Demografia e Saúde da Criança e da Mulher - PNDS 2006: dimensões do processo reprodutivo e da saúde da criança**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Ministério da Educação. **NutriSUS - Manual Operacional: Estratégia de fortificação da alimentação infantil com micronutrientes (vitaminas e minerais) em pó**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, Ministério da Educação, 2015.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE). **Alimentação Escolar**. Disponível em: <http://www.fnde.gov.br/>. Acessado 23 Mar. 2020

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE). **Resolução nº 26, de 17 de junho de 2013. Estabelece critérios para execução do PNAE**. Diário Oficial da União. 2013; 17 jun.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE). **Resolução Nº 06, de 08 de maio de 2020b. Estabelece critérios para execução do PNAE**. Diário Oficial da União. 2020b; 08 mai.

BUENO, Aline L. ; CZEPIELEWSKI, Mauro A. The importance for growth of dietary intake of calcium and vitamin D. **Jornal de Pediatria**, v. 84, n. 5, p. 386–394, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0021-75572008000600003>. Acesso em: 16 Dez 2020.

CABALLERO, B. Global patterns of child health: the role of nutrition. **Annals of Nutrition & Metabolism**, v. 46, suppl 1, p. 3-7, 2002.

CAMPOS, F. M.; ROSADO, G. Novos fatores de conversão de carotenóides provitamínicos a 1. [s.l.]: , [s.d.]. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/cta/v25n3/27029.pdf>>. Acesso em: 03 Jan 2020.

COIMBRA, M., MEIRA, J.F.P., ESTARLING, M.B.L. Comer e aprender: Uma história da alimentação escolar no Brasil. Belo Horizonte: 1982.

COSTA, Fabiana Pires; MACHADO, Sandra Helena. O consumo de sal e alimentos ricos em sódio pode influenciar na pressão arterial das crianças? **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 15, n. suppl 1, p. 1383–1389, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232010000700048>. Acesso em: 16 Mar. 2020.

COUTO, Meylene Aparecida Luzia ; CANNIATTI-BRAZACA, Solange Guidolin. Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, p. 15–19, 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cta/a/CFJCK9pbtCpY94bBHY4PDcx/?lang=pt>>. Acesso em: 13 Jul. 2021.

DE QUEIROZ, Daiane; PAIVA, Adriana de Azevedo; PEDRAZA, Dixis Figueroa; *et al.* Deficiência de vitamina A e fatores associados em crianças de áreas urbanas. **Revista de Saúde Pública**, v. 47, n. 2, p. 248–256, 2013. Disponível em: <<https://www.scielosp.org/article/rsp/2013.v47n2/248-256/pt/>>. Acesso em: 13 Jul. 2021.

DE CAMPOS, Bruna. Benefícios do magnésio para a saúde. [s.l.]: , 2012. Disponível em: <<https://cepein.femane.com.br/BDigital/arqTccs/0711290893.pdf>>. Acesso em 10 Jan 2020.

DE FRANÇA, N. A. G.; MARTINI, L. A. Funções plenamente reconhecidas de nutrientes: cálcio. 2. ed. São Paulo: ILSI Brasil, 2014. Disponível em: https://nutritotal.com.br/pro/wpcontent/uploads/sites/3/2019/03/Fun%C3%A7%C3%B5es_c%C3%A1lcio-1.pdf. Acesso em: 15 abr. 2020.

DOS SANTOS, Ricardo Cardoso ; SOTTERO, Silvana Castro de Brito. Avaliação da adequação energética dos cardápios programados para a alimentação escolar. **DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde**, v. 15, p. e46927, 2020. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/demetra/article/view/46927>>. Acesso em: 10 Jan. 2021.

EVANGELISTA, J. **Alimentos: um estudo abrangente**. 1ª Edição. São Paulo: Atheneu, 2000.

FLÁVIO, Eliete Fernandes; BARCELOS, Maria de Fátima Piccolo; CIRILLO, Marcelo Ângelo; *et al.* Avaliação da alimentação escolar oferecida aos alunos do ensino fundamental das escolas municipais de Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 6, p. 1879–1887, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542008000600029>. Acesso em: 16 Dez 2020.

FNDE – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE). **Referências Nutricionais para o Programa Nacional de Alimentação Escolar**. Jun. de 2009. Disponível em: <https://www.fnnde.gov.br/index.php/programas/pnae?view=default>. Acesso em: 20 mar. 2020

FNDE. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **FNDE atualiza normas do Programa Nacional de Alimentação Escolar**. 12 de mai. de 2020. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/index.php/acesso-a-informacao/institucional/area-de-imprensa/noticias/item/13514-fnde-atualiza-normas-do-programa-nacional-de-alimenta%C3%A7%C3%A3o-escolar>>. Acesso em: 01 set. 2020.

GABRIEL, Cristine Garcia; COSTA, Larissa da Cunha Feio; CALVO, Maria Cristina Marino; *et al.* Planejamento de cardápios para escolas públicas municipais: reflexão e ilustração desse processo em duas capitais brasileiras. **Revista de Nutrição**, v. 25, n. 3, p. 363–372, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-52732012000300006>. Acesso em: 16 Mar. 2020.

GOMES, C.; FANHANI, A. P. Avaliação da qualidade nutritiva do cardápio da alimentação escolar de Luiziana, PR. **SaBios-Revista de Saúde e Biologia**, v. 9, n. 3, p. 53–61, 2014. Disponível em: <<http://revista2.grupointegrado.br/revista/index.php/sabios2/article/view/1709>>. Acesso em: 26 Mar. 2021.

HAIMI, Motti. Nutritional deficiencies in the pediatric age group in a multicultural developed country, Israel. **World Journal of Clinical Cases**, v. 2, n. 5, p. 120, 2014. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4023304/>>. Acesso em: 15 Set 2020.

ISSA, Raquel Carvalho; MORAES, Letícia; ROCHA, Raquel; *et al.* Investigación original / Original research Alimentação escolar: planejamento, produção, distribuição e adequação. **Rev Panam Salud Publica**, v. 35, n. 2, 2014. Disponível em: <<https://www.scielosp.org/pdf/rpsp/2014.v35n2/96-103>>. Acesso em: 15 Set 2020.

KRUG, F. J.; NÓBREGA, J. A.; OLIVEIRA, P. V. **Espectrometria de Absorção Atômica Parte 1**. Fundamentos e atomização com chama. 2004. Disponível em: <http://www.ufjf.br/baccan/files/2011/05/AAS-geral-parte-1-revisada.pdf>. Acesso em: 15 de set. 2020

LEITE, Tatiana Andrade; PAULA, Marcelo Sabioni de; RIBEIRO, Rosangela Almeida; *et al.* Cárie dental e consumo de açúcar em crianças assistidas por creche pública. **Revista de Odontologia da Universidade de São Paulo**, v. 13, n. 1, p. 13–18, 1999. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rousp/a/BXDzSS9NRczrL5Z3pyWjNwC/?lang=pt>>. Acesso em: 17 Aug. 2021.

MAFRA, Denise ; COZZOLINO, Sílvia Maria Franciscato. Importância do zinco na nutrição humana. **Revista de Nutrição**, v. 17, n. 1, p. 79–87, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-52732004000100009>. Acesso em: 16 Dez 2020.

MANELA-AZULAY, Mônica; MANDARIM-DE-LACERDA, Carlos Alberto; PEREZ, Maurício de Andrade; *et al.* Vitamina C. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 78, n. 3, p. 265–272, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-05962003000300002>. Acesso em: 16 Dez 2020.

MENEGAZZO, Manoela; FRACALOSSO, Korina; FERNANDES, Ana Carolina; *et al.* Avaliação qualitativa das preparações do cardápio de centros de educação infantil. **Revista de Nutrição**, v. 24, n. 2, p. 243–251, 2011. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rn/a/rh937cVrrZcWL3nLYH6wx6q/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 17 Aug. 2021.

NNUGS. **Saiba mais sobre a Vitamina A | Núcleo de Nutrição, Gastronomia e Saúde**. Ufpel.edu.br. Disponível em: <<https://wp.ufpel.edu.br/nnugs/2016/06/27/saiba-mais-sobre-a-vitamina-a/>>. Acesso em: 13 Jul. 2021.

O que é e para que serve a vitamina A? – BVS Atenção Primária em Saúde. Aps.bvs.br. Disponível em: <<https://aps.bvs.br/aps/o-que-e-e-para-que-serve-a-vitamina-a/>>. Acesso em: 13 Jul. 2021.

PAIVA, Adriana A; RONDÓ, Patrícia HC ; GUERRA-SHINOHARA, Elvira M. Parâmetros para avaliação do estado nutricional de ferro. **Revista de Saúde Pública**, v. 34, n. 4, p. 421–426, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-89102000000400019&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 10 Set 2020.

PASCOAL, G. B.; SILVA, C. O. **Cinzas e minerais**. In: SILVA, C. O.; TASSI, E. M. M.; PASCOAL, G. B. *Ciência dos alimentos: princípios de bromatologia*. 1. ed. Rio de Janeiro: Rubio, 2016. Capítulo 4, p. 45-52.

PEIXINHO, Albaneide Maria Lima. A trajetória do Programa Nacional de Alimentação Escolar no período de 2003-2010: relato do gestor nacional. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.18, n.4, p. 909–916, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-81232013000400002&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 14 Set 2020.

PERKINELMER, **Atomic Spectroscopy A Guide to Selecting the Appropriate Technique and System**. 2013. Disponível em: https://www.perkinelmer.com/pdfs/downloads/bro_worldleaderaaicpmsicpms.pdf. Acesso em: 07 de set de 2020.

SEVERO, Juliana; SOARES; MORAIS; *et al.* Artículo de Revisión Aspectos Metabólicos e Nutricionais do Magnésio Metabolic and Nutritional Aspects of Magnesium. **Nutr. clín. diet. hosp**, v. 35, n. 2, p. 67–74, 2015. Disponível em: <<https://revista.nutricion.org/PDF/352severo.pdf>>. Acesso em 15 Dez 2020.

SEYFFARTH, A. S. **Os alimentos: calorias, macronutrientes e micronutrientes**. In: SBD - Sociedade Brasileira de Diabetes. Departamento de Nutrição e Metabologia. Manual de Nutrição: profissional de saúde. São Paulo: SBD, 2006. Capítulo 1, p. 6-15.

SILVA, A.A.; COUTO JUNIOR, P. A.; LANA, A. M. Q. *et al.* Teores de micronutrientes no solo e foliar com aplicação de fontes quelatadas e sulfatadas em feijão. **Engenharia Agrícola**, v. 34, n. 1, p. 8–37, 2014. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-69162014000100004&script=sci_arttext. Acesso em: 12 Mar. 2021.

SKOOG, D.A., WEST, D. M.; HOLLER, F. J.; CROUCH, S. R. **Fundamentos de química analítica**. 8. ed. São Paulo: Thomson Learning, 2007. 999 p.

SOUZA, Walnéia Aparecida; VILAS BOAS, Olinda Maria Gomes da Costa. A deficiência de vitamina A no Brasil: um panorama. **Pan American Journal of Public Health**, v. 12, n. 3, 2002. Disponível em: <https://www.scielosp.org/article/ssm/content/raw/?resource_ssm_path=/media/assets/rpsp/v12n3/12871.pdf>.

VIZEU, Vanessa Elias; FEIJÓ, Márcia Barreto S. ; CAMPOS, Reinaldo Calixto de. Determinação da composição mineral de diferentes formulações de multimistura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 2, p. 254–258, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612005000200012>. Acesso em: 26 Mar. 2021.

YUYAMA, Lúcia K.O; AGUIAR, Jaime P.L.; MACEDO, Sonja H.M.; *et al.* Determinação dos teores de elementos minerais em alimentos convencionais e não convencionais da região amazônica pela técnica de análise por ativação com nêutrons instrumental. **Acta Amazonica**, v. 27, n. 3, p. 183–195, 1997. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59671997000300183&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 26 Mar. 2021.