



UNIVERSIDADE  
E D U A R D O  
MONDLANE

**FACULDADE DE VETERINÁRIA**

Departamento de Produção Animal e Tecnologia de Alimentos

Secção de Tecnologia de Alimentos

Curso de Licenciatura em Ciência e Tecnologia de Alimentos

**TRABALHO DE CULMINAÇÃO DE ESTUDO**

Tema:

**Avaliação do nível de eficiência da fortificação do açúcar com vitamina A na linha de processamento do açúcar**

**Supervisora:**

Prof<sup>a</sup>. Doutora Custódia Mucavele Macuamule

**Co-supervisora:**

Mestre Amélia Mondlane

**Estudante:**

Luís Alfredo Uamusse Júnior

Maputo, 5 de Abril de 2024

## DECLARAÇÃO DE HONRA

Eu, **Luís Alfredo Uamusse Júnior** declaro por minha honra que o presente trabalho de culminação do curso é o fruto da investigação por mim realizada para obtenção do grau de licenciatura em **Ciência e Tecnologia de Alimentos** sob as orientações dos meus supervisores, o seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente referidas no texto e nas referências bibliográficas. Declaro ainda que, este trabalho de pesquisa não foi apresentado parcialmente nem totalmente em nenhuma outra instituição para obtenção de qualquer grau académico.

Maputo, 5 de Abril de 2024

O estudante

---

(Luís Alfredo Uamusse Júnior)

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradecer a Deus todo Poderoso, pelo dom da vida, protecção e por ter me ajudado a superar as dificuldades para poder chegar até aqui.

Meu muito obrigado, à Universidade Eduardo Mondlane (UEM), de forma particular a Faculdade de Veterinária pelos ensinamentos e a formação académica no grau de licenciatura.

Quero agradecer à Tongaat Hullet, Açucareira de Xinavane que me deu a oportunidade de conhecer o seu trabalho por meio do estágio supervisionado pela bondosa Mestre Amélia Mondlane que fez até o impossível para me enquadrar na indústria, sendo cuidadosa e disponibilizando todo tipo de informação necessária para o meu progresso. Obrigado por me darem a oportunidade de poder aplicar todo conhecimento teórico que adquiri durante a minha licenciatura.

Agradeço aos meus pais Luís Uamusse e Zelma Massango, pelo sacrifício aplicado, não medindo forças para me ajudarem nessa jornada estudantil. Sou grato também aos meus irmãos Dércio, Lino, Sasha e a Rosa, que me deram ânimo em meio ao cansaço.

Não há palavras para expressar a minha gratidão a Prof. Doutora Custódia Mucavele Mucumule pelo seu comprometimento, paciência, orientação, profissionalismo e disposição em esclarecer todo tipo de inquietação por mim apresentado e a todos os docentes que contribuíram de forma directa ou indirecta para minha formação académica.

Quero agradecer aos meus colegas de turma do ano 2019, Pedro, Agostinho, Agnalda, Amina, António, Áuria, Evlizy, Géssica, Benvinda, Inocência, Faizia, Joaquim, Joline, Kátia, Menalda, Palma, Ríjuan, Beatriz, Shirley e especialmente aos meus colegas Carlos, Jolena e Albertina pelo apoio genuíno e pelos grandes momentos que passamos juntos.

Muito obrigado!

## ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

ANOVA: Análise de variância

BASF – Baden Aniline and Soda Factory / Fábrica de Anilina e Soda de Baden

BPF – Boas Práticas de Fabrico

CAC: Codex Alimentarius Commission

CLAE - Cromatografia Líquida de Alta Eficiência

CONFAM - Comité Nacional para a Fortificação de Alimentos de Moçambique

CV: Coeficiente de variação

DP: Desvio padrão

VAD/ DVA - Vitamin A deficiency/ Deficiência de vitamina A

ECSA-HC: East, Central and Southern African Health Community

FAO: United Nations Food and Agricultural Organization / Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura

FSSC – Food Safety System Certification / Sistema de Segurança Alimentar

GAIN: Global Alliance for Improved Nutrition / Aliança Global para a Nutrição Melhorada

HACCP – Hazard Analysis And Critical Control Point / Análise de perigos e pontos críticos de controlo

ISO – International Organization for Standardization/ Organização Internacional de Normalização

mg: miligrama

ml: mililitro

Max - Máximo

Min - Mínimo

MISAU: Ministério da Saúde

MS: Ministério da Saúde

MN 110 - Norma Moçambicana 110

Nm -nanómetro

OMS: Organização Mundial da Saúde

PAMRDC: Plano de Acção Multisectorial para a Redução da Desnutrição

PIB: Produto Interno Bruto

PSC-SUN - Plataforma da Sociedade Civil para o Movimento SUN Moçambique

QA: Quality Assurance / Garantia da Qualidade

QC: Quality Control / Controlo da Qualidade

RE/L – Retinol equivalente por litro

SETSAN: Secretariado Técnico de Segurança Alimentar e Nutricional

TCC: Trabalho de Culminação de Curso

UEM: Universidade Eduardo Mondlane

UNICEF: United Nations Children’s Fund / Fundo da Nações Unidas para a Infância

USAID: United States Agency for International Development / Agência para o Desenvolvimento Internacional dos Estados Unidos

UV–Vis (Ultraviolet-visible) absorbance / Absorção ultravioleta-visível

WHO: World Health Organization / Organização Mundial da Saúde

µg/L – micrograma por litro

µmol/L – micromole por litro

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Níveis de vitamina A nas amostras de açúcar fortificado na indústria açucareira.....	23
Tabela 2 - Grau de conformidade entre os pontos de colheita .....	25

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - Mapa de Localização geográfica da área de estudo .....	18
Figura 2 - Preparação da amostra.....	19
Figura 3 - Preparação dos reagentes e injeção da amostra no frasco activado.....	20
Figura 4 - Processo de calibração do fotômetro iCheck fluoroTM e leitura dos resultados.....	21

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1 - Grau de cumprimento legal da fortificação do açúcar com a vitamina A na indústria açucareira .....	24
--	----

# ÍNDICE

RESUMO .....	1
1. INTRODUÇÃO.....	2
2. OBJECTIVOS.....	4
2.1. Geral .....	4
2.2. Específico.....	4
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
3.1. Problemas nutricionais no Mundo e em Moçambique .....	5
3.2. Vitamina A: generalidades.....	6
3.3. Biodisponibilidade de vitamina A .....	7
3.4. Impacto na saúde e na economia da deficiência de vitamina A .....	8
3.5. Estratégia de prevenção e controlo da deficiência de vitamina A .....	9
3.5.1. Fortificação de alimentos.....	9
3.5.2. Suplementação medicamentosa com vitamina A .....	10
3.5.3. Diversificação alimentar .....	10
3.6. Princípio básico da fortificação de alimentos .....	11
3.7. Fortificação do açúcar com vitamina A .....	11
3.8. Legislação aplicada a fortificação do açúcar .....	12
3.9. Fortificação de alimentos em Moçambique.....	12
3.10. Tipos de fortificação de alimentos.....	13
3.10.1. Fortificação universal ou em massa .....	13
3.10.2. Fortificação em mercado aberto .....	13
3.10.3. Fortificação focalizada ou direccionada.....	13
3.10.4. Fortificação domiciliar comunitária .....	14
3.11. Método de determinação de vitamina A nos alimentos fortificados .....	14
3.12. Monitoria e controlo de qualidade dos alimentos fortificados.....	15
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	18
4.1. Local de estudo.....	18
4.2. Tipo de estudo e variável .....	19
4.3. Amostragem e colheita de amostras .....	19
4.4. Análise laboratorial.....	19
4.4.1. Determinação quantitativa de vitamina A no açúcar fortificado.....	19
4.4.1.1. Preparação da amostra .....	19
4.4.1.2. Preparação dos reagentes e injeção da amostra no frasco activado.....	20
4.4.1.3. Processo de calibração do fotómetro iCheck fluoro™ e leitura dos resultados .....	21

4.5.	Análise estatística dos resultados .....	21
5.	RESULTADOS .....	23
5.1.	Níveis de vitamina A no açúcar fortificado .....	23
5.2.	Grau de cumprimento legal da fortificação do açúcar com a vitamina A na indústria açucareira..	24
5.3.	Grau de conformidade entre os pontos de colheita .....	25
6.	DISCUSSÃO .....	26
7.	CONCLUSÃO .....	29
8.	RECOMENDAÇÕES .....	30
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	31

## RESUMO

A Organização Mundial de Saúde classificou a deficiência de vitamina A como sendo um problema de saúde pública, uma vez que afecta uma em cada três crianças com idades compreendidas entre os 6 e os 59 meses, com as taxas mais elevadas na África Subsariana e no Sudeste Asiático e especialmente em países em desenvolvimento. Moçambique é um dos países mais recentes a tornar a fortificação de alimentos básicos tais como a farinha de trigo, de milho, óleo alimentar, sal e açúcar, obrigatória, de modo a prevenir a deficiência de micronutrientes como ferro, iodo e vitamina A. A deficiência de vitamina A leva à morte ou doenças como cegueira noturna, beribéri, pelagra, escorbuto, raquitismo e osteomalacia. Existem quatro estratégias principais para melhorar a desnutrição de micronutrientes: a educação nutricional que conduza a uma maior diversidade e qualidade das dietas; fortificação alimentar; suplementação; e medidas de controle de doenças. Uma parte cada vez mais importante da estratégia global é a fortificação em grande escala de alimentos básicos consumidos regularmente nas dietas consumidas em todo o mundo. O presente estudo teve como objectivo fazer uma avaliação do nível de eficiência de fortificação do açúcar com vitamina A na linha de processamento do açúcar, por meio da análise retrospectiva de registos de resultados laboratoriais de auto-controlo como forma de conhecer o grau de cumprimento da fortificação recomendada pela legislação. O estudo incluiu ainda a análise de 4 lotes (20 amostras) de açúcar para a determinação dos níveis de vitamina A em miligrama por quilograma (mg/Kg) usando o método da *BioAnalyt, iCheck<sup>TM</sup> fluoro*. Os dados foram analisados mediante a utilização do software IBM SPSS Statistics 25. Foi feita uma análise estatística descritiva simples para as variáveis de estudo, com médias e desvio padrão. As médias dos níveis de vitamina A entre os locais de amostragem foram avaliadas por meio de Análise de Variância (ANOVA), complementado com o Teste de Tukey, a 5% de significância, para a avaliação da diferença estatística do teor de vitamina A entre as amostras. O nível médio de vitamina A nas amostras de açúcar fortificado colhidas na indústria açucareira da província de Maputo foi de  $12,84 \pm 9,47$  mg/Kg. Em relação ao grau de conformidade nos pontos de colheita, o laboratório apresentou menor número de lotes não conformes (12,5%) em relação ao empacotamento (75%). Dos 20 lotes analisados, 43,75% (5/20) dos lotes encontraram-se não conformes e 56,25% (15/20) dos lotes estiveram em conformidade com a legislação em vigor por apresentarem níveis de vitamina A em média de 10 – 30 mg/Kg. No geral o nível de vitamina A nas amostras de açúcar fortificado analisadas no presente estudo, esteve em média dentro do padrão estabelecido pela legislação, contudo existiam amostras que apresentavam níveis de vitamina A fora do padrão estabelecido.

**Palavras-chave:** Desnutrição, fortificação, açúcar, nível de vitamina A, Método, Moçambique

# 1. INTRODUÇÃO

Moçambique é um dos países mais recentes a tornar a fortificação de alimentos básicos tais como a farinha de trigo, de milho, óleo alimentar, sal e açúcar, obrigatória, de modo a prevenir a deficiência de micronutrientes como ferro, iodo e vitamina A. A deficiência de vitamina A é um problema de saúde pública em Moçambique que afecta principalmente crianças e mulheres em idade reprodutiva. Apresentando 69% em crianças com menos de cinco anos e 14,3% de deficiência em mulheres grávidas (CONFAM, 2016).

Em 2013, a Organização Mundial de Saúde classificou a deficiência de vitamina A como sendo um problema de saúde pública, uma vez que afecta uma em cada três crianças com idades compreendidas entre os 6 e os 59 meses, com as taxas mais elevadas na África Subsariana e no Sudeste Asiático (WHO, 2011).

Vitaminas são compostos orgânicos, presentes nos alimentos, essenciais para o funcionamento normal do metabolismo. O seu teor nos alimentos é bastante variado e factores como a forma química e o estado físico no qual as vitaminas se encontram afectam directamente sua absorção pelo organismo. Além disso, por serem compostos bastante sensíveis, podem ser degradados pela temperatura, presença de oxigênio, luz, humidade e pH (Lesková *et al.*, 2006 e Franco, 2008).

A vitamina A é um nutriente essencial que é exigido em pequenas quantidades pelos seres humanos para o funcionamento normal do sistema visual, a manutenção da função celular para o crescimento, integridade celular epitelial, função imunológica e reprodução. As necessidades dietéticas de vitamina A, são normalmente fornecidas como uma mistura de vitamina A pré-formada (retinol), que está presente em alimentos de origem animal, e carotenoides provitamínicos A, que são derivados de alimentos de origem vegetal e que têm de ser convertidos em retinol por tecidos como a mucosa intestinal e o fígado para serem utilizados pelas células (WHO/FAO, 2006).

Segundo Martins e colaboradores (2007), A deficiência de vitamina A causa alterações no revestimento ocular, xerose, mancha de bitôt, úlcera de córnea e conseqüentemente a uma cegueira irreversível (xerofthalmia e ceratomalacia). Apesar do conhecimento de seu papel crítico na saúde humana, a deficiência ou insuficiência de vitaminas é prevalente em muitas populações, tanto em países desenvolvidos quanto em desenvolvimento. Esta deficiência de vitaminas pode ocorrer por uma série de razões, incluindo baixos níveis dietéticos, baixa biodisponibilidade ou aumento das necessidades nutricionais de nutrientes (Zhou *et al.*, 2015).

A fortificação de alimentos é uma estratégia para combater as deficiências vitamínicas na dieta humana, uma vez que eles geralmente não podem ser sintetizados em níveis suficientemente altos dentro do corpo humano (Akhtar *et al.*, 2011).

O açúcar foi um dos primeiros alimentos a ser fortificado em baixa e média renda em países, para combater a desnutrição por micronutrientes. A tecnologia foi aplicada pela primeira vez na Guatemala em 1975, principalmente porque outros alimentos, os veículos que tinham sido utilizados para a fortificação não eram amplamente consumidos ou suficientemente centralizados no seu processamento (Meija *et al.*, 2015).

De acordo com o Decreto-Lei nº 9/2016, de 18 de Abril, a fortificação é a adição de um ou mais micronutrientes, por meio de micronutrientes ao produto alimentar (vitamina A), com o objectivo de reforçar seu valor nutritivo e prevenir ou corrigir eventuais deficiências nutricionais apresentadas pela população em geral ou de grupos de indivíduo (Vellozo e Fisberg, 2010). O referido instrumento regulador, indica que a adição de Vitamina A no açúcar, deve estar numa proporção mínima de 1mg por 100g e máxima de 3mg por 100g.

Como forma de verificar o grau de cumprimento dos níveis de fortificação recomendada pela legislação numa indústria açucareira, pretende-se fazer uma avaliação do nível de fortificação do açúcar, por meio da análise retrospectiva de registos de resultados laboratoriais de auto-controlo. A determinação dos níveis de vitamina A no açúcar foi feita utilizando o método da BioAnalyt, *iCheck<sup>TM</sup> fluoro*.

## **2. OBJECTIVOS**

### **2.1. Geral**

- Avaliar o nível de fortificação de vitamina A no açúcar da indústria açucareira.

### **2.2. Específico**

- Determinar o nível de vitamina A no açúcar em 4 lotes;
- Fazer uma análise retrospectiva de resultados de análise dos últimos 2 meses;
- Verificar o grau de cumprimento legal de fortificação do açúcar com vitamina A.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. Problemas nutricionais no Mundo e em Moçambique

A deficiência de micronutrientes, é um risco global à saúde. (WHO/FAO, 2006). Actualmente, 1 em cada 9 pessoas (820 milhões em todo o mundo) encontra-se com fome ou subnutrida, com números aumentando desde 2015, especialmente na África, Ásia Ocidental e América Latina (FAO, 2019). Cerca de 113 milhões de pessoas em 53 países passam fome aguda, como resultado de conflitos e insegurança alimentar, choques climáticos e turbulências económicas. (Rede de Informação sobre Segurança Alimentar, 2019). Ao mesmo tempo, mais de um terço da população adulta mundial está acima do peso ou obesa, com tendências crescentes nas últimas duas décadas (Ng *et al.*, 2014).

A hipovitaminose A é um dos principais problemas da saúde pública que acomete os grupos populacionais suscetíveis e torna-se de grande preocupação quando atinge grupos como as crianças menores de cinco anos. Mundialmente, cerca de 190 milhões de crianças em idade pré-escolar são afetadas pela deficiência em vitamina A, principalmente nos continentes africano e asiático (WHO, 2011).

A desnutrição crónica, baixa altura para idade é causada por uma combinação entre o consumo nutricional inadequado prolongado ou doenças infecciosas repetidas. As causas da desnutrição crónica são múltiplas e além das causas imediatas, podem ser categorizadas em causas subjacentes e básicas. As causas subjacentes estão ligadas com a segurança alimentar, cuidados da mãe e acesso aos serviços de saúde e saneamento, e as causas básicas da desnutrição são consideradas, o alto índice de pobreza, falta de acesso à educação (sobretudo das mães) e desigualdades de género (incluindo gravidez na adolescência) (SETSAN, 2015).

Dados do SETSAN (2014) indicam que a prevalência de desnutrição crónica em Moçambique é mais alta nas províncias do norte e centro (Niassa a Sofala, 44-52%) e mais baixa em Maputo Província, Maputo Cidade e Inhambane (26-31%). A prevalência da desnutrição aguda segue o mesmo padrão, sendo mais alta no Norte e Centro (Niassa a Sofala, 6-12%) e mais baixa no Sul (3-4% em Inhambane, Gaza, Maputo Província e Maputo Cidade).

A desnutrição crónica é reconhecida como sendo o melhor indicador da qualidade do capital humano (Victora, 2008). Idealmente em Setembro de 2010 o Conselho de Ministros aprovou o Plano de Acção Multisectorial para a Redução da Desnutrição Crónica de Moçambique - PAMRDC 2011-2014(2020) com objetivo geral de reduzir a desnutrição crónica em menores de 5 anos de 44% em 2008 até 30% em 2015 e 20% em 2020. Como resposta ao compromisso que Moçambique assumiu durante a Cimeira Mundial da Alimentação, realizada em Roma em 1996, de reduzir o número de pessoas desnutridas em 50% até o ano de 2015 (PAMRDC, 2010).

Segundo dados da UNICEF (2016), em Moçambique níveis extremamente elevados de desnutrição crónica (43%) afectam quase uma em cada duas crianças menores de 5 anos. Além de contribuir para mortes infantis e para uma má saúde da criança, a desnutrição crónica tem um impacto prejudicial no aproveitamento escolar e na renda familiar. As razões da desnutrição crónica são muitas e complexas. Um grande desafio é que 81% da população depende da agricultura para a sua subsistência e mais de 95 por cento das culturas alimentares são produzidas em condições de sequeiro, num país que é assolado por cheias e secas frequentes. Uma outra causa importante da desnutrição crónica é a inexistência de práticas alimentares adequadas de lactentes e crianças. Menos de metade das crianças menores de 6 meses tiveram amamentação exclusiva e apenas 13% das crianças de 6–23 meses recebem uma dieta mínima recomendável. Esta situação é aliada à fraca cobertura das actividades integradas de comunicação para a mudança do comportamento, em que as mensagens de educação nutricional atingiram apenas 18% das crianças nas escolas.

Em moçambique, segundo estatísticas existentes, uma em cada duas crianças menores de cinco anos sofre de desnutrição crónica, e 6 em cada 10 adultos sofreu de desnutrição crónica quando criança; ainda nos menores de 5 anos, a taxa de desnutrição aguda é de 6,1% e a de baixo peso é de 15,6%. A prevalência de deficiência de micronutrientes, não é menos preocupante, com uma prevalência de anemia entre as mulheres em idade reprodutiva de 51% e quase 70% nas crianças de 6 meses aos 5 anos; também cerca de 70% das crianças desta faixa etária sofrem de deficiência de vitamina A. Estas taxas de malnutrição fazem com que Moçambique perca cerca de 11% do PIB anual, cerca de 62 bilhões de Meticais (estimados em 2017). Devido à baixa produtividade resultante do baixo desenvolvimento cognitivo, morbidade e a mortalidade relacionada à desnutrição. Estima-se que 26% da mortalidade infantil em Moçambique está associada à desnutrição, que a mortalidade infantil associada à desnutrição reduz de trabalho do país em 10%, e que 19% das repetições de classes escolares está associada a desnutrição crónica (PSC-SUN, Moçambique, 2021)

Por outro lado, dados de 2009 para Moçambique, indicavam que 44% das crianças com menos de cinco anos sofrem de desnutrição crónica (ou baixa estatura), 4% sofre, de desnutrição aguda (ou emagrecimento) e 18% estão abaixo do peso (UNICEF, 2009).

### **3.2. Vitamina A: generalidades**

A vitamina A em sua forma pronta para uso (retinol) é um composto altamente instável (Heller e Bok, 1976). Abrange certo número de substâncias lipossolúveis, tais como retinol, ácido retinóico e éster de retinilo. Essas substâncias são essenciais no organismo humano, desempenhando várias funções ao nível do desenvolvimento embrionário, visão e crescimento, assim como, ao nível de vários órgãos como coração, pulmões e rins (Msagati, 2013).

A vitamina A é obtida através da dieta em duas formas. A vitamina A pré-formada (retinol e éster de retinila) é derivada de fontes animais, como carnes, laticínios e peixes. A pró-vitamina A (beta-carotenoide) é derivada de frutas e vegetais coloridos. Ambas as formas ingeridas de vitamina A devem ser convertidas em ácido retinóico após a absorção para apoiar processos biológicos (Moise *et al.*, 2007). Assim, a forma provitamina ( $\beta$ -caroteno) ou suas formas esterificadas com ácido acético (acetato de retinol) ou ácido palmítico (palmitato de retinila) são utilizadas na fortificação de alimentos (Heller e Bok, 1976).

A vitamina A desempenha um papel crítico, pois, regula diversos processos, incluindo reprodução, embriogênese, visão, crescimento, manutenção da integridade celular epitelial e função imune. A carência de vitamina A pode causar xeroftalmia (cegueira noturna), sarampo e, em geral, aumentar as probabilidades de doença e morte por infecções infantis (Dadon e Reifen, 2017).

A deficiência de vitamina A está relacionada ao aleitamento materno deficiente, o desmame precoce, baixo consumo de alimentos fontes de vitamina A e infecções frequentes (MISAU, 2004). No entanto, a principal causa da deficiência é a insuficiente ingestão de fontes alimentares de vitamina A para satisfazer as necessidades fisiológicas do indivíduo. Factores socioeconômicos, como menor condição social e a pobreza dos indivíduos (especialmente das mulheres), o saneamento inadequado, o abastecimento de água deficitário, maus hábitos alimentares e grau de conhecimento sobre nutrição podem agravar a carência de vitamina A (Coelho, 2003).

Idealmente, a deficiência de vitamina A ocorre quando a reserva deste nutriente no organismo está baixa e atinge concentração sérica de retinol menor que 0,70  $\mu\text{mol/L}$ , devido à ingestão reduzida de alimentos ricos de carotenoides e vitamina A (Ferreira *et al.*, 2013).

### **3.3. Biodisponibilidade de vitamina A**

A biodisponibilidade de vitamina corresponde a proporção da quantidade de vitamina ingerida que sofre absorção intestinal e que é então utilizada pelo corpo. A utilização e o transporte da vitamina absorvida nos tecidos incluem absorção celular e conversão para uma forma que realiza a função bioquímica (Jackson, 1997).

O palmitato de retinila tem sido o éster mais utilizado em programas de fortificação, tanto como fortificante de óleos quanto como fortificante seco em produtos de cereais, farinha e açúcar (Allen *et al.*, 2006). Pois o palmitato de retinila e ácido acético (acetato de retinila) são estáveis e altamente biodisponíveis quando adicionados como fortificantes e têm sido a escolha preferida em diferentes veículos (Reddy *et al.*, 1986).

Muitos fatores influenciam a absorção das vitaminas de um alimento particular, dentre eles estão os relacionados à própria fisiologia do indivíduo, assim como fatores relacionados ao alimento (Ball, 1998).

Deste modo fatores como, a quantidade de vitamina A ingerida, a influência de outros nutrientes ou componentes do alimento na absorção, como vitamina E, proteínas e gorduras, sexo e idade dos indivíduos podem afetar a biodisponibilidade de vitamina A (Napoli, 1984).

A má absorção pode acontecer na presença de desordens gastrointestinais ou outras doenças específicas. Assim sendo, o estado nutricional prévio do indivíduo também pode influenciar a biodisponibilidade de uma vitamina em particular, podendo este estar relacionado a uma regulação adaptativa no metabolismo dessa vitamina (Ball, 1998)

A biodisponibilidade de vitamina A em alimentos e formulações alimentícias varia de acordo com diversos fatores. Com relação, especificamente, aos carotenóides, ressaltam-se as espécies presentes, o tipo de ligação molecular, a quantidade de carotenóides consumida, a matriz na qual o carotenoide está incorporado, e fatores de absorção e bioconversão, entre outros (Castenmiller, 1998).

A vitamina A é absorvida a partir do intestino, esterificada e armazenada no fígado, e libertada em quantidades controladas que mantêm os níveis estáveis de retinol no plasma, encontra-se, na sua maioria, ligado à proteína transportadora de retinol (Retinol Binding Protein) produzida no fígado (Omenn, 1998).

Após a absorção, a pró-vitamina A ( $\beta$ -caroteno) é convertida em vitamina A (retinol) nas células intestinais, que é a forma biologicamente ativa. O  $\beta$ -caroteno tem apenas cerca de metade da solubilidade do retinol no óleo, o que pode limitar a quantidade que pode ser incorporada nos alimentos fortificados (Tan e McClements, 2021).

#### **3.4. Impacto na saúde e na economia da deficiência de vitamina A**

As condições clínicas causadas pela deficiência de vitamina A, vão desde a cegueira devido à xeroftalmia (a principal causa de cegueira infantil evitável), anemia e uma resistência enfraquecida do hospedeiro à infecção por doenças infecciosas infantis, aumentando a sua gravidade e aumentando o risco de mortalidade de crianças (Sommer e West, 1996). Dietas inadequadas, juntamente com a alta prevalência de doenças infecciosas e condições ambientais precárias levam a baixos aportes corporais de vitamina A, que atendem inadequadamente às necessidades fisiológicas para apoiar o crescimento dos tecidos, o metabolismo normal e a resistência a infecções (OMS, 2015; Palmer et al., 2017; Tanumihardjo, 2011). A Organização Mundial da Saúde (OMS, 2015), estima que 250.000 a 500.000 crianças com deficiência de vitamina A ficam cegas todos os anos, e metade delas morrem 12 meses após perderem a visão.

Dados de Horton e Ross (2003) mostram que mais de um terço das mortes de crianças deve-se à deficiência de micronutrientes, principalmente devido ao aumento da gravidade das doenças. As crianças desnutridas entre a concepção e os dois anos de idade correm um risco elevado de

desenvolvimento cognitivo, o que afecta negativamente a produtividade e o crescimento do país. Além disso, os custos económicos da subnutrição incluem custos directos, como o aumento dos encargos para o sistema de saúde, e os custos indirectos da perda de produtividade.

O consumo excessivo de vitamina A durante um longo período pode causar pelos grossos, perda parcial do cabelo (até mesmo das sobrancelhas), lábios rachados e pele seca. E O consumo crônico de grandes doses de vitamina A pode causar lesão hepática (Johnson, 2022). Também pode causar defeitos congênitos em um feto, particularmente no início do primeiro trimestre de gestação, onde pode haver malformação congênita e aborto espontâneo (Maia *et al.*, 2019).

Segundo Johnson (2022), O consumo de quantidades muito elevadas de vitamina A de uma só vez pode causar, em questão de horas, sonolência, irritabilidade, dor de cabeça, náusea e vômitos, às vezes seguidos por descamação da pele. Ocorre um aumento na pressão dentro do cérebro, especialmente em crianças, e ocorrem vômitos. O risco de entrar em estado de coma ou de morte existe se a ingestão de vitamina A não for interrompida.

### **3.5. Estratégia de prevenção e controlo da deficiência de vitamina A**

Segundo OMS/FAO (2006) existem três estratégias principais para melhorar a deficiência de micronutrientes: a fortificação alimentar; suplementação medicamentosa; e a educação nutricional que conduza a uma maior diversidade e qualidade das dietas. Uma parte cada vez mais importante da estratégia global é a fortificação em grande escala de alimentos básicos consumidos regularmente nas dietas consumidas em todo o mundo (Darnton-Hill *et al.*, 2017).

#### **3.5.1. Fortificação de alimentos**

A fortificação de alimentos está entre as estratégias mais sustentáveis a médio e longo prazo para combater as deficiências de vitaminas e minerais e é uma das estratégias de saúde pública mais económicas quando implementada através de indústrias alimentares centralizadas, e adequadamente aplicada (GAIN, 2018). Conforme evidenciado por um corpo substancial de pesquisa onde observou-se que a fortificação alimentar em larga escala com vitamina A poderia proteger cerca de 3 milhões de crianças por ano da deficiência; os alimentos fortificados com ferro podem reduzir a probabilidade de desenvolver anemia em 34%, sal enriquecido com iodo pode reduzir os riscos de bócio em 74% e farinha enriquecida com ácido fólico pode reduzir o risco de defeitos do tubo neural em 41% (Keats, *et al.*, 2019).

A fortificação de alimentos é a maneira mais flexível e socialmente aceitável para melhorar o estado nutricional dos indivíduos nos países em desenvolvimento. Idealmente, os alimentos mais consumidos pela maioria dos segmentos da população devem ser escolhidos como veículos de fortificação (Wahlqvist, 2008). Nos programas de fortificação devem ser consideradas a quantidade consumida do

alimento fortificado e a concentração do micronutriente a ser adicionado para que possam alcançar o efeito desejado (Dary e Mora, 2002).

Experiências de fortificação noutros países tem mostrado resultados positivos. O programa de fortificação do açúcar da Guatemala praticamente eliminou a deficiência de vitamina A; e também foram registadas grandes reduções na deficiência de vitamina A em El Salvador e nas Honduras, onde a fortificação foi combinada com a suplementação (Mannar e Hurrell, 2018). Contudo devido à elevada eficácia da fortificação com vitamina A, a segurança é uma preocupação, e é preciso ter cuidado para não fortificar em excesso.

### **3.5.2. Suplementação medicamentosa com vitamina A**

O programa consiste no fornecimento de altas doses de micronutrientes, geralmente na forma de comprimidos, cápsulas ou xaropes (WHO/FAO, 2006).

Nos países em desenvolvimento, os programas de suplementação com vitamina A, têm sido amplamente utilizados para fornecer vitamina A, a lactantes, crianças menores de 5 anos e do pós-parto. Pois uma única dose alta do suplemento de vitamina A melhora os estoques de vitamina A por cerca de 4 a 6 meses. A suplementação duas ou três vezes por anos é geralmente adequada (WHO/FAO, 2006). Encontra-se também entre o público-alvo para suplementação de vitamina A, o grupo pré-escolar pois está sob maior risco de desenvolvimento de hipovitaminose A devido ao processo rápido de desenvolvimento, com conseqüente aumento das necessidades (Ramalho *et al.*, 2001).

A suplementação tem a vantagem de ser capaz de fornecer uma quantidade óptima de um determinado nutriente ou nutrientes, em uma forma altamente absorvível, e geralmente é o caminho mais rápido para controlar a deficiência em indivíduos ou grupos populacionais identificados como deficientes (WHO/FAO, 2006).

### **3.5.3. Diversificação alimentar**

A diversificação alimentar envolve o consumo de grande variedade de alimentos para cobrir as necessidades de nutrientes (Graebner *et al.*, 2004). O aumento da diversidade alimentar tem suas limitações, sendo a principal delas a necessidade de mudança de comportamento e de educação sobre como determinados alimentos fornecem micronutrientes essenciais e outras substâncias nutritivas. Idealmente, a falta de recursos para produzir e comprar alimentos de maior qualidade pode, por vezes, representar uma barreira para alcançar uma maior diversidade alimentar, especialmente no caso de populações mais pobres (WHO/FAO, 2006).

### **3.6. Princípio básico da fortificação de alimentos**

A fortificação é a prática de aumentar deliberadamente o conteúdo de micronutrientes essenciais (ou seja, vitaminas e minerais) em um alimento, de modo a melhorar a qualidade nutricional do suprimento alimentar e proporcionar um benefício à saúde pública, com risco mínimo para a saúde (OMS, 2019).

De acordo com a *Codex Alimentarius* (2015) afim de garantir a segurança alimentar do consumidor final; assim este estabeleceu os 10 princípios fundamentais para a prática de fortificação de nutrientes essenciais aos alimentos processados:

1. Os nutrientes essenciais devem estar presentes em um nível que não resulte em qualquer uma ingestão excessiva ou insignificante do nutriente adicionado, considerando valores obtidos em outras fontes na dieta;
2. A adição de um nutriente essencial para uma alimentação não deve resultar em um efeito adverso sobre o metabolismo de qualquer outro nutriente;
3. Os nutrientes essenciais devem ser suficientemente estáveis nos alimentos, nas condições usuais de embalagem, armazenamento, distribuição e utilização;
4. Os nutrientes essenciais devem ser biologicamente disponíveis no alimento;
5. O nutriente essencial não deve transmitir características indesejáveis ao alimento e não deve indevidamente encurtar a vida de prateleira.;
6. Recursos tecnológicos e instalações de processamento devem estar disponíveis para permitir-se a adição de nutrientes essenciais de forma satisfatória;
7. A adição de nutrientes essenciais aos alimentos não deve ser utilizada para enganar ou ludibriar os consumidores quanto ao valor nutricional dos alimentos;
8. O custo adicional deverá ser razoável para o consumidor final;
9. Métodos de medição e controle dos níveis de alguns nutrientes essenciais dos alimentos devem estar disponíveis;
10. Quando está prevista em normas alimentares, regulamentos ou orientações para a adição de nutrientes essenciais aos alimentos, as disposições específicas devem ser incluídas, identificando os nutrientes essenciais a serem considerados ou a ser necessário e os níveis em que eles devem estar presentes nos alimentos para alcançar a sua finalidade.

### **3.7. Fortificação do açúcar com vitamina A**

A fortificação do açúcar com vitamina A foi implementado pela primeira vez na Guatemala em 1975, resultando na triplicação da ingestão de vitamina A pela população e na redução da deficiência de vitamina A (DVA) de 22% para 5% em um período de um ano (Oliveira, 2015).

A vitamina A é uma vitamina lipossolúvel, constituinte do grupo de substâncias orgânicas com estrutura variada, solúveis em solventes orgânicos e sem valor energético, que o organismo ou não sintetiza ou o faz em quantidade insuficiente. São necessárias em quantidades mínimas e são fornecidas pelos alimentos como ovos, laticínios, carnes, batata-doce, cenoura, dentre outros. Na maioria dos produtos, a fortificação é feita com a utilização de carotenoides pelo facto de apresentarem toxicidade menor do que a vitamina A (Zancul, 2004).

Segundo Iwuozor e colaboradores (2022), o açúcar (Sacarose) é amplamente consumido no mundo e usado na produção de uma ampla variedade de produtos, pois tem se mostrado como um veículo adequado para a fortificação de alimentos. E este, é derivado de diferentes fontes, por exemplo, cana-de-açúcar e beterraba (Castro, 2013).

Experiências com fortificação de alimentos sugerem que ela funciona melhor onde os alimentos são amplamente consumidos pelas populações, independentemente do status socioeconômico e onde são fabricados ou processados centralmente. O açúcar é consumido em quantidades relativamente pequenas, mas consistentes, de cerca de 15-30 gramas/pessoa/dia. Essas qualidades tornam o açúcar um veículo alimentar atraente e potencialmente eficaz para a fortificação da vitamina A (Bioanalyt, 2020).

### **3.8. Legislação aplicada a fortificação do açúcar**

Os principais objectivos da legislação aplicada à fortificação dos alimentos são de proteger a saúde do consumidor, protegê-lo contra a fraude e assegurar a qualidade essencial e a salubridade dos alimentos (Orriss, 1998).

Em Moçambique, a legislação que rege a fortificação de alimentos, de modo particular a fortificação do açúcar com vitamina A, é o Regulamento de Fortificação de Alimentos com Micronutrientes Industrialmente Processados, aprovado através do Decreto n.º 9/2016, de 18 de Abril, o qual impõe obrigatoriedade para a sua fortificação, e delega que esta seja feita de acordo com a Norma Moçambicana n.º NM 110 em vigor. O mesmo regulamento aponta que o açúcar seja fortificado com vitamina A, cujo nível de fortificação deve estar numa proporção mínima de 1mg por 100g e máxima de 3mg por 100g.

### **3.9. Fortificação de alimentos em Moçambique**

Moçambique iniciou o processo de fortificação com a iodização Universal do sal desde os anos 90 (Global Nutrition Report, 2015). E passou a ser obrigatório que todo o sal produzido, comercializado e importado para o consumo humano e animal seja iodado a partir do ano 2000. Através da implementação do Diploma Ministerial Conjunto nº 7 /2000 (CONFAM, 2016).

De 2010 – 2015 a CONFAM implementou a fortificação voluntária de alimentos para quatro veículos alimentares, nomeadamente açúcar, farinha de trigo/milho e o óleo alimentar. Após o término deste programa, O governo aprovou em 2016, a fortificação obrigatória da farinha de trigo, farinha de milho, açúcar, sal e óleo alimentar pelo Decreto 9/2016. Pois, sabendo que o acesso e utilização dos alimentos comercialmente processados é vasto, fortificando-os obrigatoriamente garante que os mesmos possam chegar a uma grande parte da população, e se adequadamente fortificados pela indústria, tal pode melhorar a ingestão de micronutrientes (CONFAM, 2016).

A entidade que tem facilitado a implementação do programa de Fortificação em Moçambique é o Comité Nacional de Fortificação de Alimentos em Moçambique (CONFAM), liderado pelo Ministério da Indústria e Comércio (USAID, 2013). O CONFAM foi criado através de Diploma Ministerial 77/2013, de 21 de Junho. E compete a este Comité coordenar, regular, supervisionar e monitorar as acções de fortificação de alimentos à escala Nacional.

A nível mundial, a fortificação é orientada pela comissão do Codex Alimentarius, criada pela FAO em 1961. A Organização Mundial da Saúde (OMS) também publicou uma matriz para a fortificação em 2006, que estabelece recomendações para a combinação de diferentes fontes vitamínicas e minerais (USAID, 2013).

### **3.10. Tipos de fortificação de alimentos**

A OMS reconhece quatro categorias de fortificação, segundo Vellozo e Fisberg (2010):

#### **3.10.1. Fortificação universal ou em massa**

A fortificação universal ocorre quando os governos obrigam legalmente os produtores de alimentos a fortificar determinados alimentos ou categorias de alimentos com micronutrientes especificados. (WHO, 2022). A adição de vitamina A no açúcar em Moçambique é um exemplo deste tipo de fortificação.

#### **3.10.2. Fortificação em mercado aberto**

É uma iniciativa das indústrias de alimentos, com o objetivo de agregar maior valor nutricional aos seus produtos (Vellozo e Fisberg, 2010). Apesar de voluntário, este tipo de fortificação de alimentos geralmente ocorre dentro dos limites regulatórios estabelecidos pelo governo. (WHO, 2022)

#### **3.10.3. Fortificação focalizada ou direcionada**

Visa o consumo dos alimentos enriquecidos por grupos populacionais de elevado risco de deficiência. Pode ocorrer de forma obrigatória ou voluntária, de acordo com a significância em termos de saúde pública; (Vellozo e Fisberg, 2010). Como exemplo dessa abordagem estão os cereais fortificados e biscoitos para bebês e crianças (OMS e FAO, 2006).

### 3.10.4. Fortificação domiciliar comunitária

Consiste na adição de micronutrientes aos alimentos no nível doméstico, em particular, para alimentos complementares para crianças pequenas. É uma combinação de suplementação e fortificação. Mas pode ser especialmente útil para melhorar os alimentos locais fornecidos a lactantes e crianças pequena, ou onde a fortificação universal não é possível (WHO, 2022).

### 3.11. Método de determinação de vitamina A nos alimentos fortificados

A análise da potência dos fortificantes e do teor de vitaminas constitui uma componente importante dos requisitos analíticos globais dos programas de controlo de qualidade para os processos de fortificação. O desenvolvimento ou seleção de metodologias analíticas adequadas deve basear-se na exatidão e precisão das medições, nas instalações e equipamentos disponíveis, na simplicidade do procedimento e na rapidez da determinação (FAO, 1995).

<b>Método</b>	<b>Princípio</b>	<b>autor</b>
<b>Cromatográficos (HPLC)</b>	A Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC) é uma técnica onde o processo se baseia na separação dos analitos numa amostra, os quais se distribuem em duas fases, uma estacionária (FE, coluna) e a outra fase móvel (FM).	(Logvina, 2021)
Espectrofotométricos	São métodos que utilizam a radiação eletromagnética para medir as concentrações de substâncias químicas em solução. Este método consiste em solubilizar as pérolas de palmitato de retinilo miscíveis com água em água quente, seguida de diluição em 2-propanol. A concentração de retinol no palmitato de retinilo é determinada pela sua absorvância espectrofotométrica a 325 nm.	(Dary e Arroyave, 1996)
<b>Fluorométricos (Fluorómetro)</b>	Na fluorometria, mede-se o comprimento de onda de emissão. Quando uma substância é sujeita a radiação de comprimento de onda de excitação, os electrões no átomo atingem um estado de excitação. Em seguida, passam do estado excitado para o estado fundamental, emitindo radiação com um comprimento de onda	(Ranga, 2021).

	específico. Esta radiação emitida é medida para análise.	
Colorimétricos	O método baseia-se na reação de Carr-Price, na qual o retinol é convertido em anidroretinol quando combinado com um reagente cromogénico que contém ácido tricloracético e diclorometano. A protonação transitória do anidroretinol provoca a formação de uma cor azul, cuja intensidade é proporcional à intensidade da reação de Carr-Price. A intensidade da cor azul é proporcional à concentração de anidroretinol na amostra.	(Dary e Arroyave, 1996)

O HPLC é um método quantitativo laboratorial padrão para a medição da vitamina A em alimentos. (*Bioanalyt*, 2015). Idealmente, A cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) combinada com um detetor de UV-Vis é o método mais comum para a identificação e quantificação de vitaminas lipossolúveis e hidrossolúveis nos alimentos fortificados (Peter, 2008).

Métodos quantitativos simples de usar são necessários para verificar a adequação dos níveis de fortificação com vitamina A (Laillou *et al*, 2014). O fluorómetro é considerado uma boa ferramenta para aplicar legislação de fortificação em larga escala. O fluorómetro é um kit de teste rápido que permite efetuar análises de primeira linha da qualidade dos produtos nas várias fases da cadeia de distribuição. Além disso, poderá permitir inspectores alimentares realizem testes no local (ao nível da indústria), permitindo acções imediatas sobre a incorporação de vitamina A (Arnauld *et al.*, 2014). O fluorómetro tem a vantagem de apresentar resultados rápidos em menos de 10 minutos; é de baixo custo e fácil de implementar quando comparado ao HPLC (*Bioanalyt*, 2019).

Os frascos de reagente iCheck e iCheck Fluoro são produzidos de acordo com o sistema de gestão da qualidade (DIN EN ISO 9001:2015) certificado pela TUV Nord na Alemanha. (*Bioanalyt*, 2019).

### **3.12. Monitoria e controlo de qualidade dos alimentos fortificados**

Para o sucesso de qualquer programa de fortificação é importante que o fortificante adicionado a matriz alimentar mantenha-se em quantidades apropriadas no alimento durante a vida útil do produto (Lotfi *et al.*, 1996).

A monitoria inclui a recolha, análise e interpretação frequente e contínua de dados e a utilização da informação resultante sobre os contributos do programa, actividades implementadas, produtos e resultados para avaliar o desempenho do programa de acordo com critérios predefinidos (USAID, 2008).

A monitoria e a avaliação proporcionam uma oportunidade não só para avaliar a qualidade da implementação e execução de um programa, mas também para observar até que ponto este atinge os agregados familiares e os indivíduos visados e atinge os seus objectivos nutricionais. Mais importante ainda, os resultados dos exercícios de monitoria e avaliação fornecem aos planeadores de programas e aos decisores políticos a informação necessária para tomarem decisões sobre se devem continuar, expandir, replicar ou terminar um programa (WHO/FAO, 2006).

A avaliação dos programas de fortificação de alimentos tem por objetivo determinar a sua relevância, eficiência, a eficácia, o impacto e a medida em que alcançam os objectivos (International Food Policy Research Institute, 2016). É necessário reforçar a capacidade dos sistemas de qualidade nas indústrias e reforçar a capacidade de inspeção e de testes laboratoriais (Luthringer *et al.*, 2015).

Todas as actividades de produção de alimentos devem ser acompanhadas e controladas no âmbito de um programa eficaz de garantia da qualidade. A adição de nutrientes a um alimento para efeitos de fortificação aumenta o número de pontos de controlo que devem ser considerados (Orriss, 1998).

O monitoramento regulatório, ou de conformidade, depende de produtores de alimentos, inspetores de monitoramento regulatório e funcionários de laboratórios e do governo central coletando rotineiramente dados de qualidade de fortificação nos principais pontos de entrega e comunicando as descobertas para a tomada de decisões em tempo hábil. Isso muitas vezes não acontece (Oliveira *et al.*, 2015)

O controlo regulamentar compreende três partes: controlo interno, o controlo externo e o controlo comercial (WHO, 2021).

Segundo ECSA-HC (2020), o controlo interno é o processo de garantia e controlo da qualidade que é realizado pela empresa de fabrico, de modo a assegurar a conformidade dos produtos com os níveis de fortificação exigidos. Este, tem como objectivo, garantir que:

1. A fábrica possua um stock suficiente de pré-mistura ou composto de fortificação nas suas instalações para assegurar a fortificação contínua sem ser afetada por eventuais atrasos no fornecimento. O stock detido deve basear-se nas estimativas da empresa e no sistema de aquisição;
2. A pré-mistura ou o fortificante são armazenados em condições adequadas e o stock antigo é esgotado prioritariamente (FIFO);
3. A pré-mistura ou o composto fortificante é utilizado conforme recomendado, por exemplo, a taxa de dosagem adequada, a diluição correcta;
4. A pré-mistura ou composto de fortificação é utilizado de acordo com as recomendações, por exemplo, taxa de dosagem adequada, diluição correcta quando necessário, como no caso do composto de iodo;

5. Os equipamentos utilizados, como doseadores e balanças, estão devidamente calibrados para garantir a utilização das quantidades correctas de pré-misturas ou compostos de fortificação.

O mesmo autor, define o controlo externo como sendo uma actividade de inspeção ou auditoria realizada pelas autoridades reguladoras governamentais relevantes, de modo a garantir a conformidade dos produtos alimentares fortificados com as normas nacionais e/ou regulamentos técnicos. O controlo externo tem o objectivo de: confirmar se a empresa cumpre com os requisitos legais relevantes; se tem uma gestão adequada da documentação e dos registos e se os seus procedimentos/manuais/registos ajudarão a cumprir os requisitos legais, ou seja, se a documentação e a gestão de registos adequados e os seus procedimentos/manuais/registos ajudarão a fábrica a cumprir.

Para WHO/FAO (2006), o controlo comercial é semelhante ao controlo externo, na medida em que é geralmente responsabilidade do governo e o seu objectivo é verificar se os produtos fortificados cumprem as normas, mas esta é conduzida ao nível das lojas de retalho

Os processos internos necessários de garantia e controlo da qualidade necessários, como as Boas Práticas de Fabrico (BPF) e Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controlo - HACCP devem estar em vigor em cada instalação de produção para garantir a fortificação adequada dos alimentos (Pena *et al.*, 2008).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Local de estudo

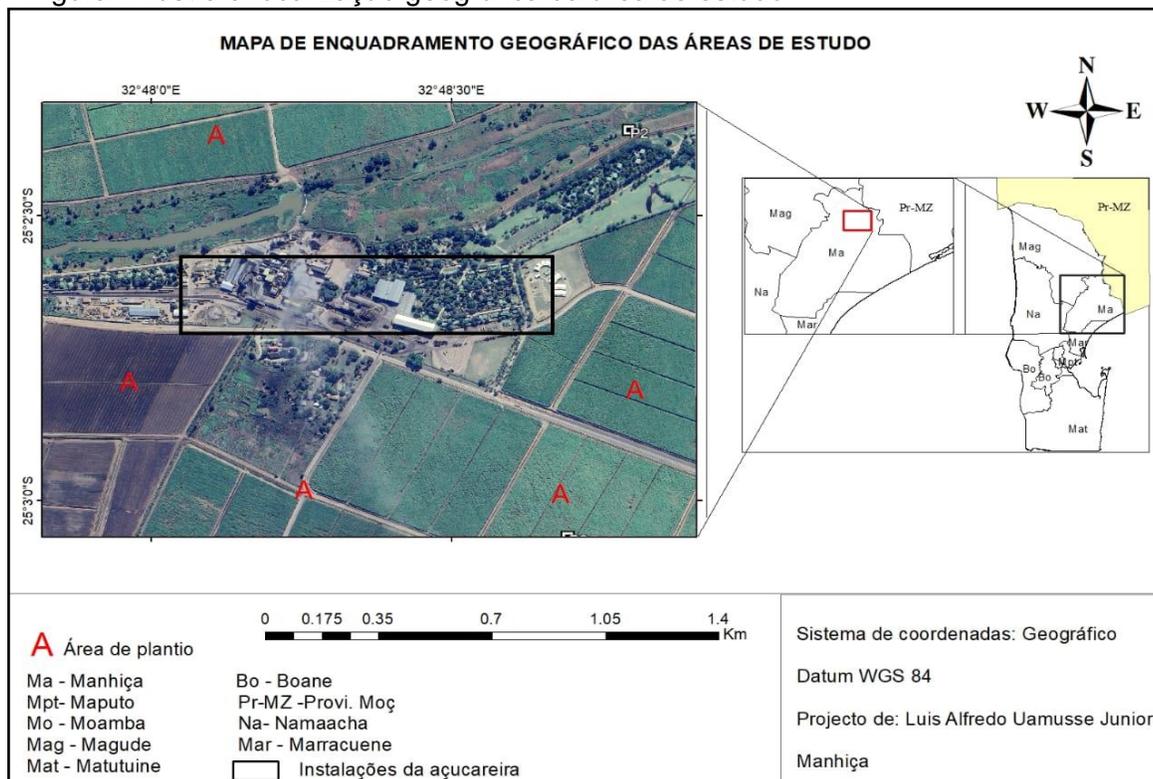
O estudo foi realizado no Laboratório da Açucareira de Xinavane, localizada na província de Maputo, junto ao Rio Incomáti, situado a 80km norte da capital de moçambicana.

A fábrica foi projetada para estar em conformidade com as modernas normas de segurança alimentar e possui as certificações ISO 14001 e FSSC 22000. A Tongaat Hulett Moçambique, é uma empresa privada que tem uma capacidade de moagem superior a 340 000 toneladas de açúcar por ano, nas operações de Xinavane e Mafambisse. O Açúcar produzido em Xinavane é fornecido em todo país, mas o mercado permanente de fornecimento está alocado em algumas províncias do sul, Centro e Norte de Moçambique e no estrangeiro como é o caso da Uganda, Quênia, Tanzânia, Namíbia, Botswana, Espanha, África do Sul e Itália (Tongaat Hulett, 2018)

A fortificação do açúcar com vitamina A na indústria açucareira iniciou seis meses depois da publicação da legislação em 18 de abril de 2016. O laboratório da indústria, além de analisar a quantidade de vitamina A no açúcar, conta com outras análises físico-químicas, a destacar: *pol*, *cor*, *brix*, *pH*, *sólidos suspensos*, *turbidez*, dentre outros parâmetros.

A fábrica funciona 24 horas por dia em regime de turnos, dependendo de cada secção de trabalho.

A figura 1 ilustra a localização geográfica da área de estudo



**Figura 1** - Mapa de Localização geográfica da área de estudo

## **4.2. Tipo de estudo e variável**

Foi realizado um estudo transversal, com duração de 3 meses, o qual compreendeu o período de junho a agosto de 2023. O estudo foi multivariável, o qual apresentou 2 variáveis independentes [proveniência (indústria) e ponto de colheita (empacotamento e laboratório da indústria)] e uma variável dependente (nível de vitamina A).

## **4.3. Amostragem e colheita de amostras**

Usou-se a técnica de amostragem por conveniência, seguindo o estipulado por Bruini (2008). Devido a dificuldade para obter uma amostra representativa da população. Foram colhidos 20 lotes na indústria açucareira e cada lote presente correspondeu a quantidade de amostras analisadas no dia. Dos quais 4 lotes foram colhidos na linha de empacotamento (amostras diárias) e 16 lotes foram colhidos no laboratório, tendo como critério resultados de análise dos últimos 2 meses (Maio e junho). Os dados retrospectivos foram obtidos a partir de base de dados computadorizados.

## **4.4. Análise laboratorial**

### **4.4.1. Determinação quantitativa de vitamina A no açúcar fortificado**

A determinação dos níveis de vitamina A no açúcar foi feita utilizando o método da BioAnalyt, *iCheck<sup>TM</sup> fluoro*, conforme descrito por BioAnalyt (2017). O *iCheck fluoro* constitui de duas unidades: o fotómetro portátil (*iCheck fluoro*) e os frascos de reagentes descartáveis, onde realizou-se a reacção.

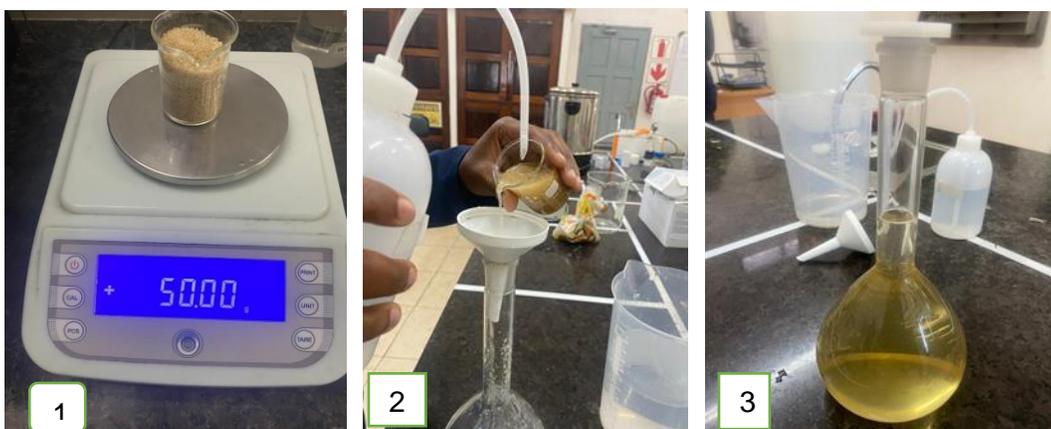
Foi utilizado um fotómetro e 1 kit de teste contendo 20 frascos de reagentes (2 ml), 20 seringas de 1.0 ml, 20 agulhas médias (1.6 mm de diâmetro / espessura e 25 mm de comprimento) e 20 agulhas curtas (0.8 mm de diâmetro e 16 mm de comprimento), no kit.

O teste possibilitou a análise de 20 amostras, e permitiu a determinação dos níveis mais ou menos exactos de vitamina A, em miligrama por quilograma (mg/Kg).

Os reagentes usados foram mantidos a temperatura ambiente (25 ° C) antes da análise, e os mesmos apresentaram a seguinte composição química: vitamina A (retinol) como palmitato de retinilo, acetato de retinilo e outros ésteres.

#### **4.4.1.1. Preparação da amostra**

Mediu-se numa balança analítica 50g de amostra de açúcar, e levou-se para um frasco estéril codificado e de seguida foram adicionados os 50g de amostra para um balão volumétrico de 1000mL contendo 500mL de água destilada. O balão volumétrico foi agitado manualmente até a dissolução completa da amostra (homogeneização). Após toda amostra estar dissolvida encheu-se o balão volumétrico até o gargalo, completando assim os 1000mL. Posteriormente foi colocado a rolha e virou-se o frasco de cabeça para baixo para misturar completamente. O processo foi repetido para cada uma das 20 amostras em análise.



**Figura 2 - Preparação da amostra**

- (1) Pesagem da amostra de açúcar (2) injeção da amostra no balão volumétrico (3) dissolução completa da amostra

#### 4.4.1.2. Preparação dos reagentes e injeção da amostra no frasco activado

Usando uma nova seringa sem a agulha acoplada, foi colectado 0,7mL da amostra e acoplou-se a agulha, de seguida segurou-se a seringa com a agulha voltada para cima e bateu-se nela para libertar as bolhas de ar. Posteriormente, foi ajustado o volume da amostra para exactamente 0,5mL ejectando o volume excessivo para fora da seringa. Por fim, foi injectado 0,5mL da amostra no frasco *iExTM MILA*. Após a injeção da amostra, agitou-se vigorosamente o frasco por 10 segundos, até o conteúdo do frasco aparecer como uma solução uniforme. Posteriormente, aguardou-se no mínimo 5 minutos para separação das fases e extração do retinol da amostra (o frasco foi coberto), depois de esperar, a solução no frasco apresentou-se em duas fases distintas.



**Figura 3 - Preparação dos reagentes e injeção da amostra no frasco activado**

- (1) Ter uma seringa (2) colecta de 0,7 mL da amostra (3) libertação das bolhas de ar e ajuste do volume para 0,5 mL (4) inserção da amostra no frasco

#### 4.4.1.3. Processo de calibração do fotômetro iCheck fluoro™ e leitura dos resultados

Antes da leitura dos resultados, o fotômetro *iCheck fluoro™* foi previamente calibrado, mediante a inserção do fluoro padrão na câmara de medição, (teste de autocontrolo), de modo a verificar se o emissor e o receptor estavam em devido estado operacional. As escalas obtidas foram controladas com a fornecida pelo fabricante do kit que é de 70 - 116 µg/L. O fotômetro foi calibrado várias vezes conforme foi necessário.



**Figura 4** - Processo de calibração do fotômetro iCheck fluoro™ e leitura dos resultados

(1) Fluoro padrão (2) inserção do fluoro padrão na câmara de medição para a calibração do fotômetro

Foi preparado o dispositivo *iCheck™* FLUORO colocando-o em uma superfície plana e estável e ligou-se. De seguida, foi feita a mudança dos modos para o modo de amostra e foi feita a inserção do frasco no dispositivo *iCheck™* FLUORO; posteriormente fez-se a medição do frasco da amostra pressionando o botão verde. E por fim, foi feito um movimento giratório do frasco três vezes conforme indicado no visor. O resultado foi exibido em µg RE/L. A faixa de medição do *iCheck™* é 50-3000 µg equivalentes de retinol (RE)/L.

#### 4.5. Análise estatística dos resultados

Foi feito o cálculo do teor de vitamina A usando a fórmula:

$$\frac{\text{Leitura no iCheck em } \mu\text{g RE/L}}{\text{Peso da amostra}} * 1000$$

Os dados foram analisados mediante a utilização do software IBM SPSS Statistics 25. Foi feita uma análise estatística descritiva simples para as variáveis de estudo, com médias, desvio padrão. As médias dos níveis de vitamina A entre os locais de amostragem foram avaliadas por meio de Análise de Variância (ANOVA), complementado com o Teste de Tukey, a 5% de significância, para a avaliação da diferença estatística do teor de vitamina A entre as amostras. Os resultados foram apresentados sob forma de gráficos e tabelas que foram elaborados com o auxílio do programa Microsoft Excel.

Para a análise de dados retrospectivos, foram colhidos 16 lotes de açúcar do registo presente no laboratório, onde foi feita a colecta de dados dos últimos 2 meses. A colecta foi feita de três em três dias a partir do mês de maio a junho de 2023. Foi feita uma análise Descritiva e diferencial, mediante a utilização do software IBM SPSS Statistics 25 e do programa Microsoft Excel.

## 5. RESULTADOS

### 5.1. Níveis de vitamina A no açúcar fortificado

A tabela 1, apresenta uma ilustração sumária dos níveis de vitamina A (média, desvio padrão, amplitude e coeficiente de variação) nas amostras de açúcar da indústria açucareira.

O nível médio de vitamina A nas amostras de açúcar fortificado colhidas na indústria açucareira da província de Maputo foi de  $12,84 \pm 9,47$  mg/Kg, tendo atingido uma amplitude mínima e máxima de 0,98 e 70,60 mg/Kg respectivamente.

Não foram observadas diferenças significativas ( $p = 0,379$ ) dos níveis de vitamina A nas amostras colhidas na indústria açucareira.

**Tabela 1** - Níveis de vitamina A nas amostras de açúcar fortificado na indústria açucareira.

Nº de lote	Nível de Vitamina A em mg / kg (media		Nível de Vitamina A (mg / Kg) $\pm$ DP)		
	Ponto de colheita		Geral		
	Laboratório	Empacotamento	Amplitude (min. – max)	Media $\pm$ DP	C. V (%)
1	$17,70 \pm 4,27^a$	*	12,98 - 22,10	$17,70 \pm 4,27^a$	24,12
2	$13,23 \pm 5,25^a$	*	8,20 - 18,90	$13,23 \pm 5,25^a$	39,61
3	$14,15 \pm 6,87^a$	*	6,66 - 25,10	$14,15 \pm 6,87^a$	48,55
4	$11,59 \pm 7,92^a$	*	2,26 - 20,32	$11,59 \pm 7,92^a$	68,33
5	$15,00 \pm 12,77^a$	*	6,58 - 37,56	$15,00 \pm 12,77^a$	85,13
6	$24,02 \pm 29,72^a$	*	0,98 - 70,6	$24,02 \pm 29,72^a$	123,73
7	$12,54 \pm 3,57^a$	*	9,2 - 17,28	$12,54 \pm 3,57^a$	28,47
8	$8,19 \pm 3,51^a$	*	2,84 - 11,76	$8,19 \pm 3,51^a$	42,86
9	$12,14 \pm 8,95^a$	*	4,84 - 27,36	$12,14 \pm 8,95^a$	73,72
10	$11,27 \pm 3,12^a$	*	7,92 - 16,44	$11,27 \pm 3,12^a$	27,68
11	$18,07 \pm 12,38^a$	*	7,66 - 32,34	$18,07 \pm 12,38^a$	68,51
12	$10,01 \pm 6,29^a$	*	2,98 - 19,10	$10,01 \pm 6,29^a$	62,84
13	$11,26 \pm 7,19^a$	*	2,10 - 18,72	$11,26 \pm 7,19^a$	63,85
14	$19,81 \pm 8,39^a$	*	12,18 - 33,84	$19,81 \pm 8,39^a$	42,35
15	$6,12 \pm 5,40^a$	*	1,32 - 12,72	$6,12 \pm 5,40^a$	88,26
16	$13,23 \pm 3,00^a$	*	9,94 - 17,28	$13,23 \pm 3,00^a$	22,68
17	*	$8,04 \pm 5,03^a$	1,22 - 12,42	$8,04 \pm 5,03^a$	62,56
18	*	$12,21 \pm 5,58^a$	4,52 - 20,20	$12,21 \pm 5,58^a$	45,70
19	*	$9,67 \pm 5,08^a$	2,4 - 13,94	$9,67 \pm 5,08^a$	52,53
20	*	$8,54 \pm 3,68^a$	4,4 - 12,58	$8,54 \pm 3,68^a$	43,09
<b>Total</b>	<b><math>13,64 \pm 10,18^a</math></b>	<b><math>9,62 \pm 4,79</math></b>	<b>0,98 - 70,60</b>	<b><math>12,84 \pm 9,47^a</math></b>	<b>73,75</b>

\* Dados indisponíveis, por não se ter observado amostras no local.

Letras diferentes na mesma coluna, significa que foram observadas diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre as médias dos níveis de vitamina A.

Letras iguais na mesma coluna, significa que não há diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre as médias dos níveis de vitamina A nos pontos de colheita (armazém e laboratório).

DP: Desvio padrão.

C.V: Coeficiente de variação.

## 5.2. Grau de cumprimento legal da fortificação do açúcar com a vitamina A na indústria açucareira

O gráfico 1, mostra o grau de cumprimento legal da fortificação do açúcar com vitamina A na indústria açucareira nos locais de colheita (empacotamento e laboratório). Destacaram-se desvios do parâmetro legal estabelecido para a fortificação do açúcar com vitamina A. Em torno da média, nos dados laboratoriais notaram-se desvios no oitavo lote e no décimo quinto lote tendo apresentando uma média de 8,19 e 6,12 mg / Kg respectivamente. No empacotamento notaram-se desvios no décimo sétimo, décimo nono e no vigésimo lote apresentando uma média de (8,04, 9,6 e 8,54) mg/Kg respectivamente. Os restantes lotes de ambos pontos de colheita (Laboratório e empacotamento) apresentaram em média, níveis de vitamina A dentro do parâmetro legal (10 – 30 mg/Kg).

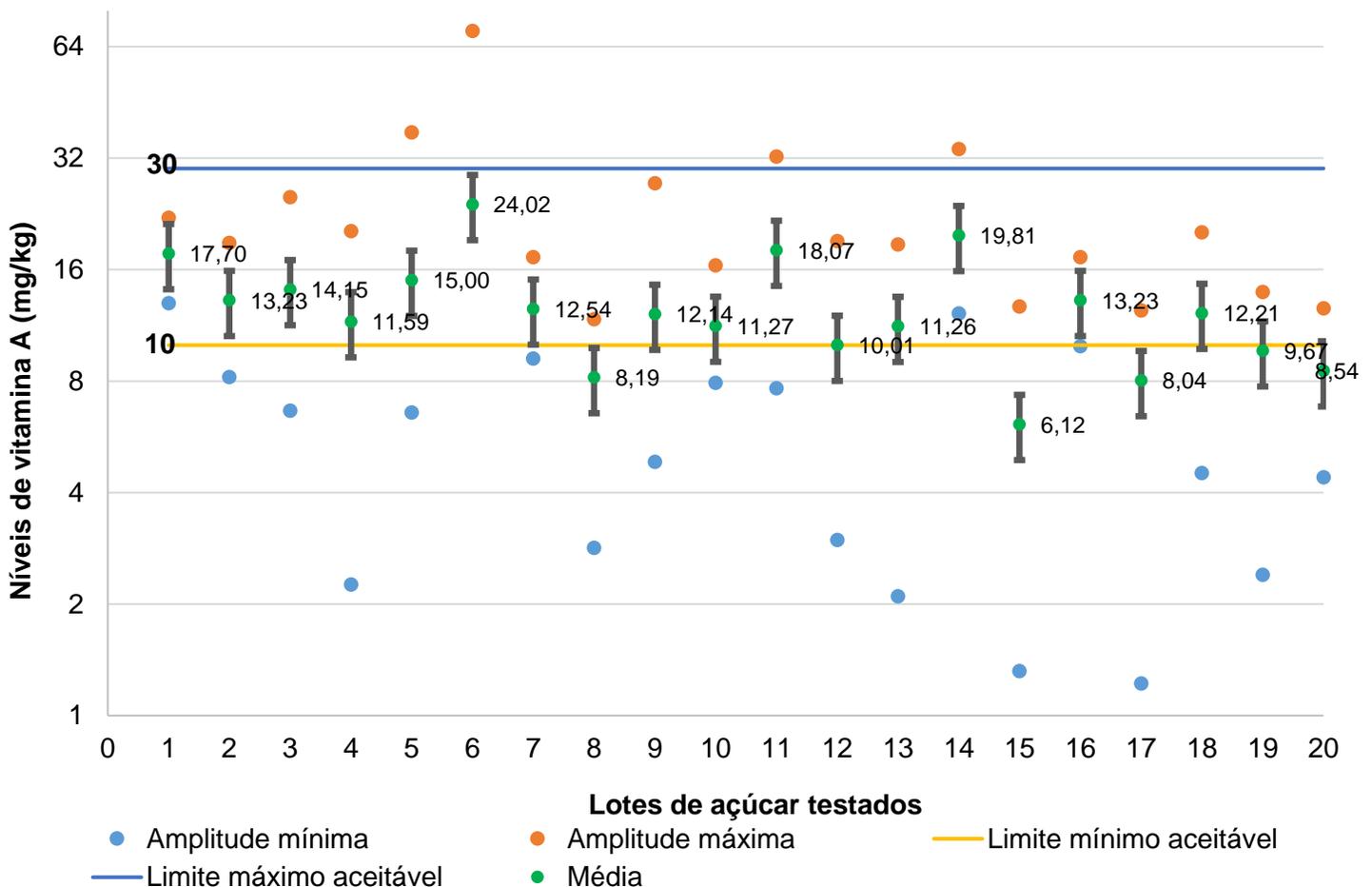


Gráfico 1 - Grau de cumprimento legal da fortificação do açúcar com a vitamina A na indústria açucareira

### 5.3. Grau de conformidade entre os pontos de colheita

A tabela 2, ilustra que 43,75% (5/20) dos lotes de açúcar fortificado na indústria açucareira da província de Maputo, apresentaram níveis de vitamina A abaixo do limite definido pela Norma Moçambicana n.º 110 10-30 mg/Kg.

**Tabela 2** - Grau de conformidade entre os pontos de colheita

Ponto de colheita	Nível de Vitamina. A (mg / kg)		Vitamina A (10-30) mg / kg *(%)
	Amplitude (min. – max)	Média $\pm$ DP	
Laboratório	0,98 - 70,60	13,64 $\pm$ 10,18	12,5 (2/16)
Empacotamento	1,22 – 20,20	9,62 $\pm$ 4,79	75 (3/4)
Total	1,10 – 45,4	11,63 $\pm$ 4,49	43,75 (5/20)

## 6. DISCUSSÃO

A fortificação de alimentos está entre as estratégias mais sustentáveis a médio e longo prazo para combater as deficiências de vitaminas e minerais e é uma das estratégias de saúde pública mais econômica quando implementada através de indústrias alimentares centralizadas, e adequadamente aplicada (GAIN, 2018).

O nível de vitamina A nas amostras de açúcar fortificado analisadas no presente estudo, em média foi  $12,84 \pm 9,47^a$  mg/Kg, estando de acordo com o valor mínimo (10mg/Kg) estabelecido pelo decreto n.º 9/2016, de 18 de abril. Não foram observadas diferenças significativas ( $p = 0,379$ ) dos níveis de vitamina A entre os lotes na indústria açucareira, contudo existiam amostras que apresentavam níveis de vitamina A fora do padrão estabelecido devido a factores como: falha do doseador, falha do analista, condições de armazenamento do fortificante e tempo de determinação de vitamina A.

Em geral, os lotes apresentam um valor mínimo e máximo de 0,98 e 70,60 mg/Kg respectivamente, apresentando um coeficiente de variação de 73,75%. Segundo Correa (2003), quanto menor for o valor do coeficiente de variação, mais homogêneos serão os dados, ou seja, menor será a dispersão em torno da média. O mesmo autor classifica o coeficiente de variação como sendo: de baixa dispersão ( $CV \leq 15\%$ ); Média dispersão ( $15\% < CV < 30\%$ ) e alta dispersão ( $CV \geq 30\%$ ) e no presente estudo nota-se que houve alta dispersão entre as amostras analisadas por apresentar um coeficiente de variação de 73,75%.

Para Orris (1998), um controlo de fabrico deficiente, que conduz a níveis excessivamente elevados de nutrientes no produto acabado, pode ter implicações importantes para a saúde do consumidor se a ingestão do nutriente atingir a dose tóxica. Inversamente, baixos níveis de nutrientes no produto acabado podem torná-lo nutricionalmente ineficaz. Este facto pode também ter implicações graves para a saúde se a população-alvo do programa de fortificação estiver em risco.

Observaram-se algumas variações na qualidade da pré-mistura (o fortificante) na indústria açucareira, facto que influenciou fraca uniformidade de vitamina A nas amostras analisadas. Pois, segundo ECSA-HC (2007) a qualidade do açúcar fortificado depende da qualidade da pré-mistura. Por conseguinte, é essencial realizar uma monitoria interna (Garantia de Qualidade/Controlo de Qualidade, QA/QC) da pré-mistura para garantir que o produto cumpre as especificações, tais como o teor de vitamina A, a ausência de segregação, a homogeneidade e fluidez.

Ao longo do estudo observou-se monitoramento deficiente do açúcar que vinha da etapa de secagem para ser dosado no empacotamento. Pois, mesmo na ausência do açúcar nos secadores, existia um processo contínuo de doseamento de vitamina A ao longo do tapete no empacotamento, acumulando-se a vitamina na faixa de dosagem fazendo com que o açúcar que vier do secador esteja com excesso

de vitamina A. E foi verificado ainda, que quando o processo de empacotamento do açúcar iniciou, havia uma demora do operador para acionar o doseador criando uma ausência de vitamina A nos primeiros lotes de açúcar.

Os desvios dos níveis de vitamina A nas amostras de açúcar possivelmente ocorreram devido a falta de calibração do doseador, pois, os doseadores de vitamina A são calibrados somente em casos de alguma avaria, mas para Ranum e Wesley (2004), o doseador deve ser calibrado diariamente de modo que, em cada velocidade, desde a mais lenta até à velocidade máxima, possa ser calculada a quantidade de vitamina A entregue por minuto.

Certos lotes tiveram valores muito baixo e outros muito altos de vitamina A no açúcar, facto que pode estar relacionado as falhas do doseador ou mesmo condições de armazenamento dos fortificantes, pois, na industria não existem equipamentos para o controlo dos seguintes parâmetros (temperatura, pH, humidade e oxigénio). E segundo Lesková *et al.*, (2006) e Franco (2008) as vitaminas, por serem compostos bastante sensíveis, podem ser degradados pela temperatura, presença de oxigênio, luz, humidade e pH. Observaram-se também falhas do analista a quando da determinação dos níveis de vitamina A nas amostras de açúcar. Essas falhas incluem: medição da amostra de açúcar sem o uso da balança analítica e fraca diluição da amostra. Segundo Murphy e colaboradores (2001), as condições de armazenamento das preparações vitamínicas, os métodos empregados para adição de vitaminas, o momento durante o processamento no qual a vitamina é adicionada e erros de processamento foram identificados como factores que contribuíram para perdas de vitamina A durante a elaboração e armazenamento do produto.

O tempo de análise de vitamina A possivelmente influenciou nos desvios dos níveis de vitamina A nas amostras de açúcar, pois, a análise de vitamina A é realizada de três em três horas, facto que mostra um monitoramento não adequado, sendo assim, a quando de um desvio dentro do intervalo de três horas, o analista não tem a possibilidade de detectar o excesso ou a ausência de vitamina A nas amostras, sendo obrigado a realizar a análise depois do tempo determinado (três horas). Segundo Ranum e Wesley (2004), é importante dispor de resultados atempados para corrigir imediatamente quaisquer falhas no processo. Os mesmos autores sugerem que a análise de vitamina A no açúcar seja efectuada aproximadamente a cada 1 a 2 horas.

Em relação ao grau de conformidade do nível de vitamina A no laboratório (dados retrospectivos) apresentaram um menor número de lotes não conformes (12,5%) comparado ao empacotamento (75%). A maior inconformidade no empacotamento possivelmente ocorreu devido aos factores (doseador, falha do analista, condições de armazenamento do fortificante, o tempo de determinação) e menor numero de lotes analisados influenciados pelas limitações dos reagentes.

Dos 20 lotes analisados, 43,75% (5/20) dos lotes encontraram-se não conformes e 56,25% (15/20) dos lotes estiveram em conformidade com a legislação em vigor, decreto n.º 9/2016, de 18 de abril de Moçambique. por apresentarem níveis de vitamina A em média de 10 – 30 mg/Kg. Segundo Ogunmoyela *et al* (2013), a baixa conformidade das amostras de veículos obrigatórios limita o impacto projetado da actual estratégia de fortificação da vitamina A no açúcar.

## **7. CONCLUSÃO**

O nível de vitamina A nas amostras de açúcar fortificado analisados no presente estudo, encontravam-se em média dentro do padrão estabelecido pela legislação

Mais de metade dos lotes encontravam-se em conformidade com a legislação em vigor.

Os dados retrospectivos do laboratório diferiam dos do empacotamento por apresentarem uma média de 13,63 e 9,62 mg/Kg.

## 8. RECOMENDAÇÕES

### **Para a indústria açucareira**

Nesse estudo constatou-se que a indústria precisa corrigir as falhas existentes no Sistema de dosagem de vitamina A.

Traçar um plano de acção correctiva para amostras de açúcar fora do padrão.

Reduzir o tempo de análise de vitamina A, para que a equipe da qualidade corrija o mais rápido possível os desvios a quando da fortificação do açúcar.

### **Para as autoridades**

Realizar um controlo de qualidade na linha de processamento do açúcar, inspecionando o alimento fortificado dentro das indústrias alimentares e nos mercados formais e informais como forma de observar se os mesmos apresentam parâmetros estabelecidos pela legislação e idealmente realizar algumas medidas correctivas em situações de não conformidades.

### **Para a comunidade académica**

Propõe-se estudos semelhantes, como é o caso da avaliação da estabilidade da vitamina A no açúcar fortificado em diferentes pontos de colheita (mercado informal, supermercados e na indústria).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Akhtar, S., Anjum, F.M., Anjum, M.A. (2011). **Micronutrient fortification of wheat flour: Recent development and strategies**. Food Research International, Vol. 44: 652-659.

Allen, L., Organização Mundial da Saúde e Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. (2006). **Orientações sobre Fortificação de Alimentos com Micronutrientes**. Genebra, Suíça: Organização Mundial da Saúde e Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. Disponível em:

[https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/43412/9241594012\\_eng.pdf?sequence=1](https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/43412/9241594012_eng.pdf?sequence=1). Acesso em: 02 de outubro de 2023.

Arnaud, L., Cécile, R., Jacques, B., Regina, M-P., Laura, F., and Sylvie, A. (2014). **Assessment of a portable device to quantify vitamin A in fortified foods (flour, sugar, and milk) for quality control**. Food and Nutrition Bulletin, vol. 35, no. 4 © 2014, The Nevin Scrimshaw International Nutrition Foundation. Disponível em:

<https://www.bing.com/ck/a?!&&p=1f2e274284fb94e1JmltdHM9MTY5NjgwOTYwMCZpZ3VpZD0xYjIhOGVmOC0wMThlTY0MjAtMTdmZS05ZjE0MDAwNDY1NjcmaW5zaWQ9NTQxOQ&ptn=3&hsh=3&fclid=1b9a8ef8-018e-6420-17fe-9f1400046567&psq=quick+test+to+determine+vitamin+A+in+sugar&u=a1aHR0cHM6Ly9qb3VybmFscy5zYWdlcHVlLnNvbS9kb2kvcGRmLzEwLjExNzcwMTU2NDgyNjUxNDAzNTAwNDA3&ntb=1>. Acesso em: 02 de Outubro de 2023.

Baden Aniline and Soda Factory. (2022). **Fortificação do açúcar**. Disponível em: <https://nutrition.basf.com/global/en/human-nutrition/food-fortification/applications/sugar.html#:~:text=It%20has%20been%20debated%20whether%20a%20diet%20high,making%20food%20more%20palatable%20and%20providing%20food%20energy>. Acesso em: 01 de agosto de 2023.

Ball, G. (1998). **Bioavailability and analysis of vitamins in foods**. London: Chapman & Hall.

Bioanalyt. (2015). **Performance Guide**. Disponível em: [https://www.bioanalyt.com/wp-content/uploads/2017/07/iCheck-Fluoro\\_Performance-Guide\\_EN\\_05.2015.pdf](https://www.bioanalyt.com/wp-content/uploads/2017/07/iCheck-Fluoro_Performance-Guide_EN_05.2015.pdf). Acesso em: 10 de outubro de 2023.

Bioanalyt. (2017). **iCheck Fluoro measures vitamin A in biological fluids and food**. Disponível em: <https://www.bioanalyt.com/product/ichack-fluoro/>. Acesso em: 01 de junho de 2023.

Bioanalyt. (2019). **iCheck Fluoro Product Information**. Disponível em: [https://www.bioanalyt.com/wp-content/uploads/2019/05/iCheck-Fluoro\\_product-information\\_EN\\_2019.pdf](https://www.bioanalyt.com/wp-content/uploads/2019/05/iCheck-Fluoro_product-information_EN_2019.pdf). Acesso em: 02 de outubro de 2023.

Bioanalyt. (2020). **Açúcar fortificado para melhorar o status de vitamina A e iCheck Fluoro**. Disponível em: <https://www.bioanalyt.com/sugar-fortification-icheck-fluoro/>. Acesso em: 06 de junho de 2023.

Bruni, A.L. (2008). Estatística aplicada à gestão empresarial. 2 ed. São Paulo. Disponível em: [https://books.google.co.mz/books/about/ESTATISTICA\\_APLICADA\\_A\\_GESTAO\\_EMPRESARIA.html?id=pZR7PgAACAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.co.mz/books/about/ESTATISTICA_APLICADA_A_GESTAO_EMPRESARIA.html?id=pZR7PgAACAAJ&redir_esc=y). Acesso em: 01 de junho de 2023.

Castenmiller, J.J., West, C.E. (1998). **Bioavailability and bioconversion of carotenoids**. Vol. 18:19-38.

Castro, H.F. (2013). **Processos Químicos Industriais II: indústria açucareira**. Disponível em: <https://sistemas.eel.usp.br/docentes/arquivos/5840855/LOQ4023/Apostila1-Industriaacucareira2013.pdf>. Acesso em: 05 de novembro de 2023.

Codex Alimentarius Commission (2015). **General Principles for the Addition of Essential Nutrients to Foods**. CXG 9-1987. Disponível em: [fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXG%2B9-1987%252FCXG\\_009e\\_2015.pdf](https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXG%2B9-1987%252FCXG_009e_2015.pdf). Acesso em: 23 de junho de 2023.

Coelho, C.S.P. (2003). **Deficiência de vitamina A no binômio mãe-filho e distribuição intra-placentária de retinol**. Tese (Doutorado em Saúde Pública) - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/4331>. Acesso em: 04 de outubro de 2023.

Comité Nacional para a Fortificação de Alimentos de Moçambique. (2016). **Estratégia Nacional de Fortificação de Alimentos (2016-2021)**. Ministério da Indústria e Comércio. Maputo 1.<sup>a</sup> Edição. pp. 1-44.

Correa, S.M.B.B. (2003). **Probabilidade e Estatística**. Disponível em: [http://www.inf.ufsc.br/~vera.carmo/LIVROS/LIVROS/livro\\_probabilidade\\_estatistica\\_2a\\_ed.pdf](http://www.inf.ufsc.br/~vera.carmo/LIVROS/LIVROS/livro_probabilidade_estatistica_2a_ed.pdf). Acesso em: 1 Dezembro de 2023.

Dadon, S.B-E., Reifen, R. (2017). **Vitamina A e o epigenoma, Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. Vol. 57: 2404-2411. 11ª Edição.

Darnton-Hill, I., Neufeld, L., Vossenaar, M., Osendarp, S., Martinez, H. (2017). **On behalf of the Micronutrient Forum. Large-scale food fortification: an overview of trends and challenges in Low and Middle-Income Countries**. Micronutrient Forum. Disponível em: [www.mnf.org](http://www.mnf.org). Acesso em: 3 de Dezembro de 2023.

- Dary, O., Mora, J.O. (2002). **Food fortification to reduce vitamin A deficiency. International Vitamin A Consultative Group Recommendations.** Journal of Nutrition.132: 2927 –2933.
- East Central and Southern Africa Health Community. (2007). **Manual for internal monitoring of sugar premix containing vitamin A.** Tanzania. pp. 1-29. 1ª. Edição.
- East, Central and Southern Africa-Health Community. (2020). **Guidelines for internal and external monitoring of fortified edible oil, salt, sugar, wheat flour and maize flour.** Pp.1-38, 2<sup>nd</sup> Edition.
- Fernández-García E., Carvajal-Lerida I., Pérez-Gálvez A. (2009). **Avaliação da bioacessibilidade in vitro como ferramenta preditora da eficiência nutricional.** Nutrition research. Vol. 29: 751-760.
- Ferreira H.S., Moura R.M.M., Assunção M.L., Horta, B.L. (2013). **Fatores associados à hipovitaminose A em crianças menores de cinco anos.** Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil. Vol. 13: 223-35.
- Fundo das Nações Unidas para a Infância. (2009). **Acompanhando o progresso na nutrição infantil e materna: uma prioridade de sobrevivência e desenvolvimento.** Disponível em: [https://www.Tracking\\_Progress\\_on\\_Child\\_and\\_Maternal\\_Nutrition\\_EN\\_110309\\_187.pdf](https://www.Tracking_Progress_on_Child_and_Maternal_Nutrition_EN_110309_187.pdf). Acesso em: 20 de setembro de 2023.
- Fundo das Nações Unidas para a Infância. (2016). **Situação nutricional em Moçambique.** Disponível em: <https://www.unicef.org/mozambique/nutri%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 07 de novembro de 2023.
- Franco, G. (2008). **Tabela de composição química dos alimentos.** 9ª edição. Atheneu, 307p
- Global Alliance for Improved Nutrition. (2018). **Market Survey in Burkina Faso using the Fortification Assessment Coverage Toolkit (FACT), 2017.** Global Alliance for Improved Nutrition: Geneva, Switzerland. Disponível em: <https://www.gainhealth.org/sites/default/files/publications/documents/market-survey-in-burkina-faso-using-the-fortification-assessement-coverage-toolkit-2018.pdf>. Acesso em: 04 de setembro de 2023.
- Global Nutrition Report. (2015). **Actions and accountability to advance nutrition and sustainable development.** Disponível em: [https://globalnutritionreport.org/documents/15/portuguese\\_15.pdf](https://globalnutritionreport.org/documents/15/portuguese_15.pdf). Acesso em: 4 de Outubro de 2023.
- Graebner, I.T., Siqueira, E.M.A., Arruda, S.F., De Souza, E.M.T. (2004). **Carotenoids from native Brazilian dark green vegetables are bioavailable: a study in rats.** Vol.24: 671–679.
- Greene, M.D., Kabaghe, G., Musonda, M., Palmer, A.C. (2017). **Retail Sugar From One Zambian Community Does Not Meet Statutory Requirements for Vitamin A Fortification.** Food Nutrition Bulletin. Vol. 38: 594-598.

Heller, J. and Bok, D. (1976). A specific receptor for retinol binding protein as detected by the binding of human and bovine retinol binding protein to pigment epithelial cells. Pp. 93–97. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0002-9394\(76\)90198-7](https://doi.org/10.1016/0002-9394(76)90198-7). Acesso em: 02 de setembro de 2023.

Horton, S. and Ross, J. (2003). **The Economics of Iron Deficiency**. Food Policy. Vol. 28:517-525

International Food Policy Research Institute. (2016). **Global Nutrition Report 2016: From Promise to Impact: Ending Malnutrition by 2030**. Washington, DC. Disponível em: <file:///C:/Users/USER/Desktop/documento%20importante%20tcc.pdf>. Acesso em: 02 de Dezembro de 2023.

Iwuozor, K., Mbamalu, P., Olaniyi, B.O., Anyanwu, V.U., Emenike, E.C., Adeniyi, A.G. (2022). **Sugar Tech**. Vol. 24: 1284–1294. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12355-022-01183-7>. Acesso em: 02 de novembro de 2023.

Jackson, M.J. (1997). **Assessment of the bioavailability of micronutrients**. Vol. 51. 1ª Edição

Johnson, L.E. (2022). Excess vitamin A. University of Arkansas for Medical Sciences. Disponível em: <https://www.msmanuals.com/pt/casa/dist%C3%BAr-bios-nutricionais/vitaminas/excesso-de-vitamina-a>. Acesso em: 02 de novembro de 2023.

Keats, E.C., Neufeld, L.M., Garrett, G.S., Mbuya, M.N.N., Bhutta, Z.A. (2019). Melhoria do status de micronutrientes e resultados de saúde em países de baixa e média renda após fortificação em larga escala: evidências de uma revisão sistemática e meta-análise. Vol. 109: 1696-1708. 6ª Edição.

Laillou, A., Renaud, C., Berger, J., Moench-Pfanner, R., Fontan, L., Avallone, S. (2014). **Avaliação de um dispositivo portátil para quantificar vitamina A em alimentos fortificados (farinha, açúcar e leite) para controle de qualidade**. Alimento Nutr Bull. 35(4):449-5. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/156482651403500407>. Acesso em: 10 de outubro de 2023.

Lanham-New, S.A., Hill, T.R., Gallagher, A.M., Vorste, H.H.R. (2019). Introduction to Human Nutrition. The Nutrition Society. 3<sup>rd</sup> Edition.

Lesková, E., Kubiková, J., Kováčiková, E., Kosická, M., Porubská, J., Holčíková, K. (2006). **Vitamin losses: Retention during heat treatment and continual changes expressed by mathematical models**. Journal of Food Composition and Analysis. Vol. 19: 215-231.

Liberato, S.C., and Pinheiro-Santana, H.M. (2006). **Fortification of industrialized foods with vitamins**. Revista de Nutrição, Campinas. Vol. 19: 215-231.

- Logvina, Y. (2021). **Desenvolvimento e validação do método de SPE-HPLC-UV para determinação e quantificação dos antibióticos em água.** Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/139095/2/524842.pdf>. Acesso em: 02 Dezembro de 2023.
- Lotfi, M., Mannar, M.G.V., Merx, R.H., Naber-Van D., Heuvel, P. (1996). **Micronutrient fortification of foods: Current practices, research and opportunities.** The Micronutrient Initiative, International Agriculture Centre. Disponível em: <http://idbnc.idrc.ca/dspace/bitstream/10625/14002/1/104386.pdf>. Acesso em: 10 de Setembro de 2023.
- Luthringer, C.L., Rowe, L.A., Vossenaar, M., Garrett, G.S. (2015). **Monitoramento Regulatório de Alimentos Fortificados: Identificando Barreiras e Boas Práticas.** Glob Saúde Sci Pract. 3ª Edição. Vol. 3: 446-461.
- Maia, S.B., Souza, A.S.R., Caminha, M.d.C., Costa Caminha, M.d.F., Silva, S.L., Cruz, R.S.B.L., Santos, C.C., Filho, M.B. (2019). **Vitamina A e gravidez: uma revisão narrativa.** Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nu11030681>. Acesso em: 04 de novembro de 2023.
- Mannar, M.G.V e Hurrell, R.F. (2018). **Food fortification in a globalized world.** Elsevier Science. Pp. 9-10. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802861-2.00040-7>. Acesso em: 10 de Setembro de 2023.
- Martins, M.C., Oliveira, Y.P., Coitinho, D.C., Santos, L.M.P. (2007). **Panorama das ações de controle da deficiência de vitamina A no Brasil.** Revista de Nutrição. Vol. 20:5-18.
- Meija, L.A. And Bower, A.M. (2015). **The global regulatory landscape regarding micronutrient fortification of condiments and seasonings.** Pp.1–7.
- Milagres, R.C.R.M., Nunes, C.L., Pinheiro-Sant’Ana, H.M. (2007). **A deficiência de vitamina A em crianças no Brasil e no mundo.** Ciências e Saúde Coletiva, Rio de Janeiro. Vol. 12: 1253-1266.
- Ministério da Saúde. (2004). Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Vitamina A Mais: Programa Nacional de Suplementação de Vitamina A: Condutas Gerais.** Brasília
- Moise, A. R., Noy, N., Palczewski, K., Blaner, W.S. (2007). **Delivery of retinoid-based therapies to target tissues.** Biochemistry. Vol. 46:4449-58. 15ª Edição.
- Msagati, T.A.M. (2013). **Chemistry of food additives and preservatives.** 1<sup>st</sup> edition.
- Murphy, S.C., Whited, L.J., Rosenberry, L.C., Hammond, B.H., Bandler, D K., Boor, K.J. (2001). **Fluid milk vitamin fortification compliance in New York State.** Journal of Dairy Science, Vol.84: 2813–2820.

Napoli, J.L. And Beck, C.D. (1984) **Alpha-tocopherol and phyloquinone as non-competitive inhibitors of retinyl ester hydrolysis**. 1ª Edição. Vol. 223: 267-270.

Ng, M., Fleming, T., Robinson, M. (2014). **Global, regional and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013**. The Lancet. Disponível em: [www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(14\)60460-8/fulltext](http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(14)60460-8/fulltext). Acesso em: 02 de outubro de 2023.

Ogunmoyela, O.A., Adekoyeni, O., Aminu, F., Umunna, L.O. (2013). **A Critical Evaluation of Survey Results of Vitamin A and Fe Levels in the Mandatory Fortified Food Vehicles and Some Selected Processed Foods in Nigeria**. Vol. 31: 52 – 62.

Omenn, G.S. (1998). **Chemoprevention of lung cancer: The rise and demise of beta-carotene**, **Annual Review of Public Health**. Vol.19: 426-433.

Oliveira, C.L., Oliveira, A.A., Oliveira, M., Garrett, G.S. (2015). **Monitoramento Regulatório de Alimentos Fortificados: Identificando Barreiras e Boas Práticas**. Ciências da Saúde. Vol. 3: 446–461.

Organização Mundial da Saúde. (2019). **Fortificação do arroz**. Disponível em: [https://www.who.int/elena/titles/rice\\_fortification/en/](https://www.who.int/elena/titles/rice_fortification/en/). Acesso em: 25 de agosto de 2023.

Organização Mundial da Saúde. (2015). **Prevalência global de anemia**. Geneva. Disponível em: <http://refhub.elsevier.com/B978-0-12-802861-2.00002-X/sbref105>. Acesso em: 02 de outubro de 2023.

Orris, G. D. (1998). **Fortificação de Alimentos: Segurança e Legislação**. Boletim de Alimentação e Nutrição. 1998; Vol. 19:109-116, 2ª Edição.

Palmer, A.C., Darnton-Hill, I., West, K.P. (2017). **Nutrition and Health in a Developing World**. Pp. 182-234. 3ª Edição. Disponível em: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-43739-2\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-319-43739-2_9). Acesso em: 02 de Outubro de 2023.

Pena-Rosas, J.P., Parvanta, I., van der Haar, F., Chapel, T.J. (2008). **Monitoring and Evaluation in Flour Fortification Programs: Considerations for the Design and Implementation of Feasible and Effective Systems**. Vol. 66:148–162. 3ª Edição.

Peter, B.O. (2008). **Food fortification and supplementation: Technological, safety and regulatory aspects**. Pp. 143 – 147.

Plano de Acção Multissetorial para a Redução da Desnutrição Crónica em Moçambique 2011 – 2015. (2010). **Governo da República de Moçambique. Departamento de Nutrição**. Direcção Nacional de Saúde Pública. Ministério da Saúde. Maputo. Disponível:

[https://scalingupnutrition.org/sites/default/files/2021-12/Mozambique\\_PAMRDC\\_2011\\_2015.pdf](https://scalingupnutrition.org/sites/default/files/2021-12/Mozambique_PAMRDC_2011_2015.pdf).

Acesso em: 2 de outubro de 2023.

Plataforma da Sociedade Civil para o Movimento SUN Moçambique. (2021). **Guião de Acção Parlamentar pela Nutrição em Moçambique**. Disponível em: <http://www.sunsociedadecivil.org.mz/wp-content/uploads/2021/09/Guiao-Parlamentar-Nutricao-FINAL-1.pdf#:~:text=Quando%20necess%C3%A1rio%20buscar%20orienta%C3%A7%C3%A3o%20e%20apoio%20de%20redes,e%20globais%20focadas%20em%20seguran%C3%A7a%20alimentar%20e%20nutricional>. Acesso em: 20 de setembro de 2023.

Ramalho, R.A., Dos Anjos, L.A., Flores, H. (2001). **Valores séricos de vitamina A e teste terapêutico em pré-escolares atendidos em uma unidade de saúde**. Rio de Janeiro, Brasil. Vol.14: 5–12. 1ª Edição

Ranga, N.R. (2021). **Fluorimetria: Princípio, Instrumentação e Aplicações**. Disponível em: <https://www.studyread.com/fluorescence-spectroscopy/>. Acesso em: 2 de Dezembro de 2023.

Ranum, P. And Wesley, A. (2004). **Fortification handbook vitamin and mineral fortification of wheat flour and maize meal**. Disponível em: [https://www.nutritionintl.org/wp-content/uploads/2017/06/Fort\\_handbook1NDB-3242008-2608.pdf](https://www.nutritionintl.org/wp-content/uploads/2017/06/Fort_handbook1NDB-3242008-2608.pdf). Acesso em: 4 de Novembro de 2023.

Reddy, V., Raghuramulu, N., Arunjyoti, S.M, Underwood, B. (1986). **Absorption of vitamin A by children with diarrhoea during treatment with oral rehydration salt solution**. Vol. 64:721-724. 5ª Edição.

Rede de Informação sobre Segurança Alimentar. (2019). **Relatório global sobre crise alimentar**. Disponível em: <https://reliefweb.int/report/world/global-report-food-crises-2019-enar>. Acesso em: 02 de outubro de 2023.

República de Moçambique, 18 de Abril. **Regulamento de Fortificação de Alimentos com Micronutrientes Industrialmente Processados**. Boletim da República No .46/ I série, Conselho de Ministros, República de Moçambique.

Roncada, M.S (1988). **Vitaminas Lipossolúveis. Ciências nutricionais**. Sarvier, São Paulo. Pp. 167-189. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rmrp/article/view/469/468>. Acesso em: 2 de agosto de 2023.

Secretariado Técnico de Segurança Alimentar e Nutricional. (2014). **Relatório de Estudo de Base de Base de Segurança Alimentar e Nutricional em 2013 em Moçambique**. Disponível em: <https://www.bing.com/ck/a?!&&p=2fb40c09b04d56f2JmltdHM9MTY5NjI5MTIwMCZpZ3VpZD0xYjIhOGVmOC0wMThlTY0MjAtMTdmZS05ZjE0MDAwNDY1NjcmaW5zaWQ9NTE2Nw&ptn=3&hsh=3&fclid=1>

[b9a8ef8-018e-6420-17fe-9f1400046567&psq=SETSAN%2c+2006&u=a1aHR0cHM6Ly93d3cuc2V0c2FuLmdvdi5tei93cC1jb250ZW50L3VwbG9hZHMvMjAxNi8wOS9CYXNITGluc2V8yMDEzX21vY2FtYmlxdWUucGRm&ntb=1](https://www.bing.com/ck/a?!&p=636f8f871148e460JmltdHM9MTY5NjI5MTIwMCZpZ3VpZD0xYjIhOGVmOC0wMThlTY0MjAtMTdmZS05ZjE0MDAwNDY1NjcmaW5zaWQ9NTE2Nw&ptn=3&hsh=3&fclid=1b9a8ef8-018e-6420-17fe-9f1400046567&psq=(PAMRDC%2c+2010&u=a1aHR0cHM6Ly93d3cuc2V0c2FuLmdvdi5tei93cC1jb250ZW50L3VwbG9hZHMvMjAxNi8wOS9CYXNITGluc2V8yMDEzX21vY2FtYmlxdWUucGRm&ntb=1). Acesso em: 2 de outubro de 2023.

Secretariado Técnico de Segurança Alimentar e Nutricional. (2015). **Plano de Acção Multisectorial para a Redução da Desnutrição Crónica na Província de Gaza**. Disponível em: [https://www.bing.com/ck/a?!&p=636f8f871148e460JmltdHM9MTY5NjI5MTIwMCZpZ3VpZD0xYjIhOGVmOC0wMThlTY0MjAtMTdmZS05ZjE0MDAwNDY1NjcmaW5zaWQ9NTE2Nw&ptn=3&hsh=3&fclid=1b9a8ef8-018e-6420-17fe-9f1400046567&psq=\(PAMRDC%2c+2010&u=a1aHR0cHM6Ly93d3cuc2V0c2FuLmdvdi5tei93cC1jb250ZW50L3VwbG9hZHMvMjAxNi8wOS9CYXNITGluc2V8yMDEzX21vY2FtYmlxdWUucGRm&ntb=1](https://www.bing.com/ck/a?!&p=636f8f871148e460JmltdHM9MTY5NjI5MTIwMCZpZ3VpZD0xYjIhOGVmOC0wMThlTY0MjAtMTdmZS05ZjE0MDAwNDY1NjcmaW5zaWQ9NTE2Nw&ptn=3&hsh=3&fclid=1b9a8ef8-018e-6420-17fe-9f1400046567&psq=(PAMRDC%2c+2010&u=a1aHR0cHM6Ly93d3cuc2V0c2FuLmdvdi5tei93cC1jb250ZW50L3VwbG9hZHMvMjAxNi8wOS9CYXNITGluc2V8yMDEzX21vY2FtYmlxdWUucGRm&ntb=1). Acesso em: 2 de outubro de 2023.

Sommer, A. And West, K.W.J. (1996). **Vitamin A deficiency: Health, survival, and vision**. Oxford University Press, New York. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/oso/9780195088243.001.0001>. Acesso em: 4 de Outubro de 2023.

Tan, Y. And McClements, D.J. (2021). **Improving the bioavailability of oil-soluble vitamins by optimizing food matrix effects: A review**. Food Chemistry, Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129148>. Acesso em: 01 de outubro de 2023.

Tanumihardjo, S.A. (2011). **"Vitamina A: biomarcadores de nutrição para o desenvolvimento"**. Revista Americana de Nutrição Clínica. vol. 94: 658-665. 2ª Edição.

Tongaat Hulett. (2018). **Production overview**. Disponível em: <https://www.tongaat.com/our-business/sugar/mozambique/>. Acesso em: 5 de julho de 2023.

United Nations Food and Agricultural Organization. (1995). **Technical consultation on food fortification: technology and quality control**. Rome, Italy. Disponível em: <https://www.fao.org/3/W2840E/w2840e0b.htm>. Acesso em: 4 de Outubro de 2023.

United Nations Food and Agricultural Organization. (2019). **O estado da segurança alimentar e nutricional no mundo**. Disponível em: <https://www.fao.org/state-of-food-security-nutrition/2021/en/>. Acesso em: 8 de Outubro de 2023.

United States Agency for International Development. (2008). **Monitoring and Evaluating Food Fortification Programs - General Overview**. Disponível em: [https://www.bing.com/ck/a?!&p=ad9d1a143b5e5004JmltdHM9MTY5NDQ3NjgwMCZpZ3VpZD0xYjIhOGVmOC0wMThlTY0MjAtMTdmZS05ZjE0MDAwNDY1NjcmaW5zaWQ9NTQ2Mg&ptn=3&hsh=3&fclid=1b9a8ef8-018e-6420-17fe-9f1400046567&psq=\(PAMRDC%2c+2010&u=a1aHR0cHM6Ly93d3cuc2V0c2FuLmdvdi5tei93cC1jb250ZW50L3VwbG9hZHMvMjAxNi8wOS9CYXNITGluc2V8yMDEzX21vY2FtYmlxdWUucGRm&ntb=1](https://www.bing.com/ck/a?!&p=ad9d1a143b5e5004JmltdHM9MTY5NDQ3NjgwMCZpZ3VpZD0xYjIhOGVmOC0wMThlTY0MjAtMTdmZS05ZjE0MDAwNDY1NjcmaW5zaWQ9NTQ2Mg&ptn=3&hsh=3&fclid=1b9a8ef8-018e-6420-17fe-9f1400046567&psq=(PAMRDC%2c+2010&u=a1aHR0cHM6Ly93d3cuc2V0c2FuLmdvdi5tei93cC1jb250ZW50L3VwbG9hZHMvMjAxNi8wOS9CYXNITGluc2V8yMDEzX21vY2FtYmlxdWUucGRm&ntb=1)

[9f1400046567&psq=monitoring+of+food+fortification&u=a1aHR0cHM6Ly9wZGYudXNhaWQuZ292L3BkZI9kb2NzL3BuYWViMzQ2LnBkZg&ntb=1](https://www.repositorio.ul.pt/bitstream/10451/36005/1/MICF_Catarina_Silva_Matos.pdf). Acesso em: 10 de Setembro de 2023.

United States Agency for International Development. (2014). **Fortification of staple foods in Mozambique**. Pp. 1 – 37. Disponível em: <file:///C:/Users/USER/Downloads/boa%201.pdf>. Acesso em: 10 de Outubro de 2023.

Vellozo, E.P. And Fisberg, M.A. (2010). **Contribuição dos alimentos fortificados na prevenção da anemia ferropriva**. Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia. Vol. 32: 140-147. Disponível em: [https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/36005/1/MICF\\_Catarina\\_Silva\\_Matos.pdf](https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/36005/1/MICF_Catarina_Silva_Matos.pdf). Acesso em: 11 de Agosto de 2023.

Victora, C.G., Adair, L., Fall, C., Hallal, P. C., Martorell, M., Richter, L. (2008). **Sachdev HS for the Maternal and Child Undernutrition Study Group Maternal and child undernutrition: consequences for adult health and human capital**. The Lancet. Vol. 37: 340-357.

Wahlqvist, M.L. (2008). **National food fortification: a dialogue with reference to Asia: policy in evolution**. Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition. Vol.17:24–29.

World Food Programme. (2022). **Food fortification: an effective and safe way to combat micronutrient malnutrition and its consequences**. Disponível em: <file:///C:/Users/USER/Downloads/WFP-0000139908%20food%20fortification.pdf>. Acesso em: 10 de Agosto de 2023.

World Health Organization. (2011). **Guideline: vitamin A supplementation in infants and children 6-59 months of age**. Disponível em: <https://www.bing.com/ck/a?!&&p=11eaeca0c9552eJmltdHM9MTY5NjI5MTIwMCZpZ3VpZD0xYjIhOGVmOC0wMThlTY0MjAtMTdmZS05ZjE0MDAwNDY1NjcmaW5zaWQ9NTlwMg&ptn=3&hsh=3&fclid=1b9a8ef8-018e-6420-17fe-9f1400046567&psq=WHO.+Guideline%3a+vitamin+A+supplementation+in+infants+and+children+6-59+months+of+age.+WHO%2c+2011&u=a1aHR0cHM6Ly9hcHBzLndoby5pbmQvaXJpcy9iaXRzdHJlYW0vaGFuZGxILzEwNjY1LzQ0NjY0Lzk3ODkyNDE1MDE3NjdfZW5nLnBkZg&ntb=1>. Acesso em: 03 de Setembro de 2023.

World Health Organization. (2021). **Monitoring flour fortification to maximize health benefits: a manual for millers, regulators, and programme managers**. Disponível em: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/344903/9789240032545-eng.pdf>. Acesso em: 08 de Novembro de 2023.

World Health Organization and Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2006). **Guidelines on Food Fortification with Micronutrients**. Geneva. Disponível em:

[https://www.bing.com/ck/a?!&p=4ead8014f703af2bJmltdHM9MTY5NzQxNDQwMCZpZ3VpZD0xYjhhOGVmOC0wMThlLTY0MjAtMTdmZS05ZiE0MDAwNDY1NjcmaW5zaWQ9NTE3MA&ptn=3&hsh=3&fclid=1b9a8ef8-018e-6420-17fe-9f1400046567&psq=World+Health+Organization+and+Food+and+Agriculture+Organization+of+the+United+Nations+\(2006\).+Guidelines+on+Food+Fortification+with+Micronutrients.+Geneva.+Eds%3a+Allen+L%2c+De+Benoist+B%2c+Dary+O%2c+Hurrell+R.&u=a1aHR0cHM6Ly9hcHBzLndoby5pbnQvaXJpcy9yZXN0L2JpdHN0cmVhbXMvNTE1MDgvcmlldmU&ntb=1](https://www.bing.com/ck/a?!&p=4ead8014f703af2bJmltdHM9MTY5NzQxNDQwMCZpZ3VpZD0xYjhhOGVmOC0wMThlLTY0MjAtMTdmZS05ZiE0MDAwNDY1NjcmaW5zaWQ9NTE3MA&ptn=3&hsh=3&fclid=1b9a8ef8-018e-6420-17fe-9f1400046567&psq=World+Health+Organization+and+Food+and+Agriculture+Organization+of+the+United+Nations+(2006).+Guidelines+on+Food+Fortification+with+Micronutrients.+Geneva.+Eds%3a+Allen+L%2c+De+Benoist+B%2c+Dary+O%2c+Hurrell+R.&u=a1aHR0cHM6Ly9hcHBzLndoby5pbnQvaXJpcy9yZXN0L2JpdHN0cmVhbXMvNTE1MDgvcmlldmU&ntb=1). Acesso em: 10 de Agosto de 2023.

Zancul M. S (2004). **Fortificação de alimentos com ferro e vitamina A**. Medicina (Ribeirão Preto). Vol. 37: 45-50.

Zhou, S. S., Li, D., Chen, N. N., & Zhou, Y. (2015). **Vitamin paradox in obesity: Deficiency or excess?** Vol. 6:1158-1167. 10ª Edição.