

**MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR**

Maria Liliana Martins Ferreira

Proposta de projeto: Alimentos terapêuticos prontos a usar  
(RUTF- *Ready-to-use Therapeutic Food*) para África

Orientador: Rui Manuel Machado da Costa

Co-Orientador: Ivo Manuel Mira Abreu Rodrigues

Coimbra, 2025

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

Maria Liliana Martins Ferreira

### Proposta de projeto: Alimentos terapêuticos prontos a usar (RUTF- *Ready-to-use Therapeutic Food*) para África

Trabalho de projecto apresentado Escola Superior Agrária de  
Coimbra para cumprimento dos requisitos necessários à  
obtenção do grau de mestre em ENGENHARIA  
ALIMENTAR

Orientador: Rui Manuel Machado da Costa

Co-Orientador: Ivo Manuel Mira Abreu Rodrigues

Coimbra, 2025

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

### Agradecimentos

Ao longo da elaboração deste projeto, muitas e boas pessoas contribuíram para a realização do mesmo, e por essa mesma razão merecem ser lembradas. Desta forma, merecem ficar aqui no exato projeto, uma pequena marca que faz toda a diferença. Expresso o meu grande agradecimento:

À minha família, mãe, pai, irmãs, irmão e namorado pelo incentivo incessável, à paciência em todas as horas, obrigada por estarem sempre lá.

Aos Professores Rui Costa e Ivo Rodrigues, pela paciência e disponibilidade, críticas, sugestões e pelo cuidado que tiveram a cada passo do projeto.

Aos meus amigos, (a vocês) que sabem o quanto me ajudaram e ajudam, ao ombro amigo e ao saber ser ouvinte, pelos anos maravilhosos e pelos que ainda estão para vir, a vida é melhor com vocês.

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

### Resumo

Os alimentos terapêuticos prontos a usar (Ready-to-Use Therapeutic Foods-RUTF) e os alimentos suplementares prontos a usar (Ready-to-use Supplementary Foods-RUSF) estão entre as intervenções nutricionais mais eficazes no combate à desnutrição infantil aguda, permitindo um tratamento seguro, estável e domiciliar, sem necessidade de refrigeração ou preparação. Desde o desenvolvimento do *Plumpy'Nut* em 1996, estes produtos transformaram a abordagem global à desnutrição, especialmente a Desnutrição aguda-grave (SAM), combinando alta densidade energética, proteínas de boa qualidade e uma variedade de micronutrientes essenciais, alcançando consistentemente taxas de recuperação entre 80% e 95%. Apesar da sua reconhecida eficácia, continuam a existir limitações significativas relacionadas com os elevados custos de produção (principalmente devido à utilização de amendoim e leite em pó), a dependência das importações e os desafios de sustentabilidade, incluindo o impacto ambiental e a vulnerabilidade a contaminantes como a aflatoxina.

Atualmente, cerca de 80% das crianças com desnutrição aguda ainda não têm acesso a um tratamento adequado, o que destaca a necessidade de alternativas mais acessíveis e produzidas localmente. A análise da literatura científica mostra um interesse crescente em formulações alternativas baseadas em ingredientes locais, nomeadamente soja, grão-de-bico, feijão mungo, sorgo e aveia.

Essas alternativas mostram potencial para reduzir custos, melhorar a sustentabilidade e garantir uma composição nutricional adequada, mantendo a estabilidade microbiológica e uma boa aceitabilidade sensorial. Estudos recentes confirmam que as formulações à base de plantas podem igualar a eficácia do RUTF padrão, desde que cumpram os requisitos de *Guidelines for ready-to-use therapeutic foods CXG 95-2022*, nomeadamente densidade energética, perfil lipídico e qualidade proteica.

Este trabalho analisa o problema da desnutrição, a evolução dos RUTF, o mercado internacional, os desafios da produção local e as oportunidades de inovação, culminando no desenvolvimento e comparação de várias formulações experimentais. As formulações aqui propostas utilizam ingredientes acessíveis e culturalmente adequados, avaliados em



## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

termos de composição nutricional, viabilidade tecnológica e alinhamento com as recomendações internacionais.

Conclui-se que os RUTF representam hoje um pilar fundamental da saúde pública, mas a sua evolução depende da criação de soluções nutricionalmente robustas, economicamente sustentáveis e adaptadas aos contextos locais. A produção de RUTF com ingredientes regionais (com uma fortificação adequada) surge como uma estratégia viável para expandir o acesso ao tratamento e contribuir para a redução global da desnutrição infantil.

**Palavras-chave:** RUTF, Saúde Pública, Artigos, SAM, Sustentáveis.

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

### Abstract

Ready-to-use therapeutic foods (RUTF) and ready-to-use supplementary foods (RUSF) are among the most effective nutritional interventions for combating acute child malnutrition, enabling safe, stable, and home-based treatment without the need for refrigeration or preparation. Since the development of Plumpy'Nut in 1996, these products have transformed the global approach to malnutrition, especially Severe Acute Malnutrition (SAM) by combining high energy density, good quality protein, and a variety of essential micronutrients, consistently achieving recovery rates between 80% and 95%. Despite their recognized effectiveness, significant limitations remain related to high production costs (mainly due to the use of peanuts and powdered milk), dependence on imports, and sustainability challenges, including environmental impact and vulnerability to contaminants such as aflatoxin.

Currently, about 80% of children with acute malnutrition still lack access to adequate treatment, highlighting the need for more affordable and locally produced alternatives. Analysis of the scientific literature shows a growing interest in alternative formulations based on local ingredients, namely soybeans, chickpeas, mung beans, sorghum, and oats.

These alternatives show potential for reducing costs, improving sustainability, and ensuring adequate nutritional composition while maintaining microbiological stability and good sensory acceptability. Recent studies confirm that plant-based formulations can match the effectiveness of standard RUTF, provided they meet *Guidelines for ready-to-use therapeutic foods CXG 95-2022* requirements, namely energy density, lipid profile, and protein quality.

This work analyzes the problem of malnutrition, the evolution of RUTF, the international market, the challenges of local production, and opportunities for innovation, culminating in the development and comparison of several experimental formulations. The formulations proposed here use accessible and culturally appropriate ingredients, evaluated in terms of nutritional composition, technological feasibility, and alignment with international recommendations.

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

It is concluded that RUTFs today represent a fundamental pillar of public health, but their evolution depends on the creation of nutritionally robust, economically sustainable solutions adapted to local contexts. The production of RUTF with regional ingredients (associated with adequate fortification) emerges as a viable strategy to expand access to treatment and contribute to the global reduction of child malnutrition.

**Keywords:** RUTF, Public Health, SAM, Studies, Sustainable.

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

### Índice

Agradecimentos .....	II
Resumo .....	III
Abstract.....	V
Índice de Tabelas .....	IX
Índice de Figuras .....	X
Introdução .....	1
Parte I- Revisão bibliográfica .....	3
1. Processo de desenvolvimento de produtos .....	3
2. Pesquisa existente (artigos relevantes) .....	4
1. Preparação de alimentos suplementares prontos a usar para o tratamento da desnutrição aguda moderada em crianças dos 6 aos 59 meses de idade .....	7
2. Revisão Cochrane sobre RUTF para Reabilitação Nutricional Domiciliária da Desnutrição Aguda Grave em Crianças .....	9
3. Produção local versus produção offshore de Alimentos Terapêuticos Prontos a Usar (RUTF) e Suplementos Nutricionais à Base de Lípidos em Pequenas Quantidades (SQ-LNS) .....	12
4. Desenvolvimento e estabilidade de armazenamento de alimentos terapêuticos prontos a usar à base de grão-de-bico, feijão-mungo e amendoim para combater a malnutrição proteico-energética .....	14
5. Empresas emergentes de nutracêuticos na Índia- Uma ligação entre a alimentação e a medicina .....	16
6. Avaliação do alimento terapêutico pronto para uso (RUTF) sorgo-aveia-soja na recuperação nutricional e nos perfis bioquímicos de ratos .....	17
7. Formulação e Avaliação Nutricional de Alimentos Terapêuticos Prontos a Usar Utilizando Ingredientes Alimentares Localmente Disponíveis (Edafioghor et al., 2025).....	23
8. Avaliação de Alimentos Terapêuticos Prontos para Uso (RUTF) produzidos localmente para a prevenção da desnutrição infantil (Fetriyuna et al., 2023).....	25
9. “Revisão sistemática da qualidade proteica e do perfil lipídico n-6 e n-3 de ingredientes alternativos para alimentos terapêuticos prontos a usar (RUTF)” (Pletts et al., 2025).....	26

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

Parte II. Análise da situação atual .....	30
1. Desnutrição .....	30
2. O que são Ready-to-Use Therapeutic Foods (RUTF)? .....	32
3. Caracterização do mercado .....	33
3.1 Produtos existentes no mercado .....	33
4. Distribuição de RUTF's/ Role of UNICEF .....	40
5. Objetivos do projeto.....	42
6. Composição Nutricional dos RUTF .....	42
Parte III – Planeamento metodológico de resultados esperados.....	44
1.Composição do RUTF .....	44
2.Testes laboratoriais .....	44
3.Determinação das Suposições.....	45
Suposição 1 .....	45
Suposição 2 .....	45
Suposição 3 .....	46
Suposição 4 .....	48
Suposição 5 .....	49
4.Formulações realizadas.....	49
Formulação 1.....	50
Formulação 2.....	51
Formulação 3.....	52
Formulação 4.....	52
Formulação 5.....	53
Análise Crítica .....	54
Referências bibliográficas .....	56
Anexos.....	60
Anexo I- Listagem nutricional de composição RUTF- <i>Guidelines for ready-to-use therapeutic foods CXG 95-2022</i> .....	61
Anexo II- Exemplo de cálculo de Valores Nutricionais Totais por 100g.....	63
Anexo III -Tabela informativa de produtos utilizados.....	64

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

### Índice de Tabelas

Tabela 1-Listagem de Artigos .....	4
Tabela 2-Comparação de alimentos utilizados em RUTF, RUSF e nutracêuticos nos vários Artigos .....	19
Tabela 3-Eficácia de diferentes formulações de RUTF e RUSF.....	21
Tabela 4-Composição aproximada( por 100g) .....	24
Tabela 5- Avaliação sensorial (numa escala de 1-9):.....	24
Tabela 6-composição aproximada( por 100g) nas variadas formulações.....	25
Tabela 7-Mistura de Vitaminas e Minerais (por 100 kg de alimento): .....	35
Tabela 8- Composição lipídica indicativa da gordura vegetal usada: .....	36
Tabela 9-Mistura de Vitaminas e Minerais (por 100 kg de produto):.....	37
Tabela 10- Suposição 1.....	45
Tabela 11- Suposição 2.....	46
Tabela 12- Suposição 3.....	47
Tabela 13- Suposição 4.....	48
Tabela 14-Suposição 5.....	49
Tabela 15- Proposta de formulação 1 .....	50
Tabela 16- Proposta de formulação 2 .....	51
Tabela 17- Proposta de formulação 3 .....	52
Tabela 18- Proposta de formulação 4 .....	53
Tabela 19- Proposta de formulação 5 .....	53
Tabela 20-Tabela informativa de produtos usados.....	64

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

### Índice de Figuras

Figura 1- embalagem de rutf da empresa Plumpy'nut .....	34
Figura 2- embalagem de rutf da empresa gc Rieber .....	39
Figura 3-embalagem de rutf da empresa mana nutrive aid product .....	39
Figura 4-mapas ilustrativos da distribuição de RUTF .....	40
Figura 5-Distribuição de saquetas encomendadas, enviadas e entregues.....	41
Figura 6-saquetas chegadas ao país .....	41
Figura 7- formulações testadas em laboratório.....	50

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

### Abreviaturas

Aw. Atividade de água

FAO- *Food and Agriculture Organization*

MAM- *Moderate Acute Malnutrition*

ODS- *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável*

OMS- *Organização Mundial da Saúde*

PAM- *Programa Alimentar Mundial*

PEM- *Protein-Energy Malnutrition*

POV- *Peroxide Value*

RUSF- *Ready to Use Supplementary Foods*

RUTF- *Ready to Use Therapeutic Foods*

SAM- *Severe Acute Malnutrition*

SQ-LNS- *Small-Quantity Lipid-Based Nutrient Supplements*

TBA- *Thiobarbituric Acid Reactive Substances*

UNICEF- *United Nations International Children's Fund*

USAID- *United States Agency for International Developme*

WHO- *World Health Organization*

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

### Introdução

A desnutrição infantil é um dos problemas de saúde pública mais persistentes e desafiadores a nível global, sendo especialmente crítica em países de baixo e médio rendimento. Estima-se que milhões de crianças menores de cinco anos sofram de diferentes formas de desnutrição, como a desnutrição aguda grave. A vulnerabilidade desta faixa etária deve-se, em grande parte, à ingestão inadequada de macro e micronutrientes essenciais, à pobreza estrutural e à insegurança alimentar.

Organismos internacionais como a Organização Mundial da Saúde (OMS), o Fundo das Nações Unidas para a Infância (*United Nations International Children's Fund* -UNICEF) e a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (*Food and Agriculture Organization* -FAO) têm colocado este problema como um dos pilares dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Apesar disso, os progressos têm sido lentos e desiguais, sobretudo em regiões como a África Subsaariana e o Sul da Ásia, onde a prevalência de casos de desnutrição aguda grave continua alarmante.

O avanço científico no campo da nutrição clínica levou ao desenvolvimento de estratégias terapêuticas inovadoras. Entre elas, destacam-se os Alimentos Terapêuticos Prontos a Usar (*Ready-to-Use Therapeutic Food*- RUTF), que revolucionaram a abordagem ao tratamento da desnutrição aguda grave. Os RUTF surgiram como alternativa prática e acessível aos tradicionais leites terapêuticos (F-75 e F-100), antes restritos a ambientes hospitalares, permitindo que muitas crianças pudessem receber tratamento eficaz em casa.

Atualmente, a produção e distribuição de RUTF concentram-se em poucas empresas multinacionais, sendo a *Nutriset* e a sua rede *PlumpyField* as mais relevantes no mercado. No entanto, essa concentração gera elevados custos logísticos e dependência de importações, limitando a acessibilidade em muitas regiões críticas. É nesse contexto que se insere a proposta de desenvolver fórmulas de RUTF a partir de ingredientes locais em África, o que, além de reduzir custos e aumentar a sustentabilidade, pode fortalecer economias regionais, apoiar agricultores e garantir maior autonomia alimentar.



**Escola Superior  
Agrária**

Politécnico de Coimbra

ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA  
INSTITUTO POLITÉCNICO DE COIMBRA

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

Assim, compreender a gravidade da desnutrição infantil, o impacto dos RUTF na saúde pública e os desafios do mercado global torna-se essencial para pensar em soluções inovadoras, justas e duradouras. O presente estudo procura analisar esses aspetos, explorando desde a caracterização da desnutrição e os avanços no tratamento até às estratégias de mercado e propostas de produção local, com vista a refletir criticamente sobre o futuro das intervenções nutricionais no combate à SAM (*Severe Acute Malnutrition*).

## Parte I- Revisão bibliográfica

### 1. Processo de desenvolvimento de produtos

O processo de desenvolvimento de **RUTF's** (*Ready to Use Therapeutic Foods*) é crucial para garantir não apenas a inovação e a eficiência produtiva, mas sobretudo a segurança alimentar, eficácia clínica e aceitação sensorial destes produtos em populações vulneráveis. É também essencial para combater a fome em muitos países, essencialmente de bebés e crianças que pouco ou nada podem fazer para combater este grande problema a nível mundial que é a fome.

A primeira etapa do desenvolvimento de RUTFs passa pela identificação da necessidade nutricional, que, no caso específico destes produtos, está centrada no combate à desnutrição aguda grave em populações vulneráveis. Segue-se a definição dos requisitos terapêuticos, assegurando que a formulação apresenta elevada densidade energética e um equilíbrio adequado entre macronutrientes e micronutrientes, de forma a responder às necessidades clínicas específicas. Um terceiro ponto essencial consiste na consideração da estabilidade em climas tropicais, garantindo que o produto mantém as suas características nutricionais e de segurança alimentar mesmo em condições adversas de calor e humidade.

Após esta fase será necessário a formulação do produto de acordo com recomendações da OMS/UNICEF e *Guidelines for ready-to-use therapeutic foods CXG 95-2022*, testes laboratoriais (perfil nutricional, microbiologia, segurança alimentar), ensaios clínicos (eficácia terapêutica na recuperação nutricional) e ainda definição de embalagem apropriada (resistente, hermética, de fácil utilização).

Após isto será essencial realizar uma produção piloto e monitorização da aceitação em campo, uma avaliação de *shelf-life* em diferentes condições ambientais, ajustes de formulação para melhorar palatabilidade ou adequação cultural e ainda integração nos programas nacionais de nutrição e validação por organismos internacionais.

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

A utilização de metodologias estruturadas, como *check-lists* e sistemas de qualidade, assegura que o produto cumpra rigorosamente os critérios nutricionais e de segurança alimentar. Em todos os processos de desenvolvimento será crucial ter a documentação sistemática isto para garantir rastreabilidade, credibilidade científica e aceitação por parte de organizações de ajuda humanitária.

Assim, o processo de desenvolvimento dos RUTFs ultrapassa a lógica comercial e integra-se numa estratégia global de saúde pública, respondendo a emergências nutricionais com eficácia e rapidez.

### 2. Pesquisa existente (artigos relevantes)

Foi realizada uma pesquisa aprofundada sobre investigação já feita neste campo, e assim selecionados os artigos relevantes para realizar este projeto (como podemos observar na Tabela1), para comparação de estudos, discussão de limitações e futuras oportunidades neste campo de investigação.

Inicialmente foram selecionados e estudados 6 artigos (artigo1 a 6, como podemos verificar na Tabela 2),porém, após esta análise foi verificado que o campo de estudo não estava ainda completo. Assim, foram escolhidos três outros artigos (artigo7 a 9) para completar este estudo, cujo estudo será apresentado após a análise dos primeiros seis artigos.

TABELA 1-LISTAGEM DE ARTIGOS

Artigo	Foco principal	Palavras-chave
<b>1.Preparação de alimentos suplementares prontos a usar para o tratamento da desnutrição aguda moderada em</b>	Desenvolvimento de formulações de RUSF para o tratamento da desnutrição aguda moderada (MAM)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ingredientes alimentares;</li><li>• composição nutricional;</li></ul>

**MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR**

<p><b>crianças dos 6 aos 59 meses de idade</b> (Ntsama et al., 2020)</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• aceitabilidade pelas crianças;</li> <li>• eficácia.</li> </ul>
<p><b>2.Revisão Cochrane sobre RUTF para Reabilitação Nutricional Domiciliária da Desnutrição Aguda Grave em Crianças</b> (Ntsama et al., 2020)</p>	<p>Avalia a eficácia de RUTF para o tratamento da desnutrição aguda grave (SAM)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comparação de RUTF vs. dietas locais;</li> <li>• ganho de peso;</li> <li>• taxas de recuperação</li> <li>• formulações alternativas.</li> </ul>
<p><b>3.Produção local versus produção <i>offshore</i> de Alimentos Terapêuticos Prontos a Usar (RUTF) e Suplementos Nutricionais à Base de Lípidos em Pequenas Quantidades (SQ-LNS)</b> (Segrè et al., 2017)</p>	<p>Analisa a produção local vs. produção offshore de RUTF e SQ-LNS (suplementos nutricionais)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diferenças de custo;</li> <li>• desafios dos ingredientes alimentares;</li> <li>• sustentabilidade da produção;</li> <li>• impacto económico.</li> </ul>
<p><b>4. Desenvolvimento e estabilidade de armazenamento de alimentos terapêuticos prontos a usar à base de grão-de-bico, feijão-mungo e amendoim para combater a</b></p>	<p>Desenvolvimento e teste de formulações alternativas de RUTF à base de plantas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estabilidade de armazenamento;</li> <li>• segurança microbiológica;</li> <li>• fontes alternativas de proteínas (grão-de-</li> </ul>

**MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR**

<p><b>malnutrição proteico-energética</b> (Javed et al., 2021)</p>		<p>bico, feijão-mungo, amendoim).</p>
<p><b>5. Empresas emergentes de nutracêuticos na Índia- Uma ligação entre a alimentação e a medicina</b> (Saini &amp; Saini, 2020)</p>	<p>Papel dos nutracêuticos na saúde e na desnutrição</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ingredientes nutracêuticos (curcuma, alho, legumes, chá verde);</li> <li>• empresas na Índia;</li> <li>• impacto dos alimentos funcionais na saúde.</li> </ul>
<p><b>6. Avaliação do alimento terapêutico pronto para uso (RUTF) sorgo-aveia-soja na recuperação nutricional e nos perfis bioquímicos de ratos</b> (Utah-Iheanyichukwu, Chioma et al., 2025)</p>	<p>Avaliação de um RUTF à base de sorgo-aveia-soja em ratos desnutridos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recuperação bioquímica;</li> <li>• ganho de peso;</li> <li>• eficácia de um RUTF alternativo à base de cereais e leguminosas.</li> </ul>
<p><b>7. Formulação e Avaliação Nutricional de Alimentos Terapêuticos Prontos a Usar Utilizando Ingredientes Alimentares Localmente Disponíveis</b> (Edafiorghor et al, 2025)</p>	<p>Desenvolvimento de RUTFs com ingredientes locais nigerianos, avaliando nutrição e aceitação.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RUTF local</li> <li>• SAM;</li> <li>• valor nutricional;</li> <li>• aceitabilidade;</li> <li>• custo-eficácia.</li> </ul>

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

<p><b>8. Avaliação de Alimentos Terapêuticos Prontos para Uso (RUTF) produzidos localmente para a prevenção da desnutrição infantil</b> (Fetriyuna et al, 2023)</p>	<p>Comparação de RUTFs locais com padrão comercial; F2 teve melhor equilíbrio nutricional e aceitação.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RUTF local;</li> <li>• desnutrição infantil;</li> <li>• proteína;</li> <li>• cálcio;</li> <li>• sustentabilidade.</li> </ul>
<p><b>9. “Revisão sistemática da qualidade proteica e do perfil lipídico n-6 e n-3 de ingredientes alternativos para alimentos terapêuticos prontos a usar (RUTF)”</b> (Pletts et al., 2025)</p>	<p>Revisão de ingredientes alternativos para RUTF, avaliando proteína (PDCAAS) e perfil lipídico n-6/n-3.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RUTF alternativos;</li> <li>• Proteína;</li> <li>• perfil lipídico;</li> <li>• leguminosas;</li> <li>• custo;</li> <li>• antinutrientes.</li> </ul>

1. Preparação de alimentos suplementares prontos a usar para o tratamento da desnutrição aguda moderada em crianças dos 6 aos 59 meses de idade

Este artigo (Ntsama et al., 2020) centra-se no desenvolvimento de Alimentos Suplementares Prontos a Usar (*Ready to Use Supplementary Foods* -RUSF) para tratar a Desnutrição Aguda Moderada (*Moderate Acute Malnutrition*-MAM) em crianças dos 6 aos 59 meses de idade. Os autores destacam a importância dos ingredientes alimentares disponíveis localmente para criar uma dieta acessível e nutricionalmente equilibrada, seguindo as diretrizes da Organização Mundial de Saúde. O estudo envolveu a preparação de nove formulações diferentes de RUSF, a avaliação da sua composição nutricional, a aceitação sensorial e a realização de testes de aceitabilidade em crianças.

Alimentos usados:

- Cereais: Milho
- Leguminosas: Soja, feijão, feijão-frade
- Sementes: Amendoins
- Tubérculos: Batatas, batatas-inglesas
- Outros: Óleo vegetal, açúcar, leite em pó, pré-mistura de vitaminas e minerais

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

### Métodos de transformação de alimentos:

- Batata e batata-inglesa: Lavadas, descascadas, cozidas, secas, moídas
- Milho: Limpo, cozinhado, seco, moído
- Amendoins: Torrado, descascado, moído até formar uma pasta
- Feijões e feijão-frade: Embebido, cozido, seco, moído
- Soja: Cozinhados, descascados, secos, moídos e transformados em farinha

Melhores formulações de RUSF (com base em testes sensoriais e aceitabilidade infantil)

Milho/Soja/Amendoim-(MSPe)

Batata/Feijão/Amendoim-(PBPe)

Batata Irlandesa/Soja/Amendoim-(ISPe)

A formulação Milho/Soja/Amendoim-(MSPe) foi a mais aceite pelas crianças, com 92,5% de consumo em 20 minutos.

### **Composição nutricional da MSPe (por 100g):**

**Energia: 544,5 kcal**

**Proteína: 15,9g (11,68% da energia)**

**Gordura: 33,7g (55,7% da energia)**

**Hidratos de carbono: 44,4g (32,62% da energia)**

**Minerais essenciais: Ferro (14,1mg), Zinco (12,4µg), Cálcio (66,7mg)**

**Vitaminas: Vitamina A (855µg), Vitamina C (54,6mg), Vitamina E (27,8mg)**

Porque é que estes ingredientes foram escolhidos?

O milho por ser rico em hidratos de carbono; a soja por ser rica em proteínas e aminoácidos essenciais; o amendoim por ser uma boa fonte de gorduras e proteínas; e por fim óleo vegetal por fornecer ácidos gordos essenciais

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

A formulação MSPe (Milho/Soja/Amendoim) cumpriu as normas da OMS e pode ser uma alternativa local rentável à RUSF importada. Fornece uma elevada quantidade de energia, proteínas e micronutrientes essenciais, necessários para as crianças subnutridas.

### 2. Revisão Cochrane sobre RUTF para Reabilitação Nutricional Domiciliária da Desnutrição Aguda Grave em Crianças

Esta revisão sistemática avalia a utilização de Alimentos Terapêuticos Prontos a Usar (RUTF) para o tratamento domiciliário da desnutrição aguda grave em crianças com idades compreendidas entre os 6 meses e os 5 anos. O estudo compara o RUTF padrão com abordagens dietéticas alternativas (por exemplo, papas de farinha ou alimentos disponíveis localmente) e examina os efeitos de diferentes formulações de RUTF na recuperação, recaída, mortalidade e ganho de peso (Schoonees et al., 2019).

#### RUTF vs. abordagens dietéticas alternativas (por exemplo, papas de farinha, alimentos locais fortificados)

Os RUTF melhoram a recuperação, as crianças que receberam RUTF tinham 33% mais probabilidades de recuperar do que as que receberam dietas alternativas.

O ganho de peso foi ligeiramente melhor com RUTF: Em média, as crianças que receberam RUTF ganharam 1,12g/kg/dia a mais do que as que receberam outras dietas.

Incerteza sobre recaída e mortalidade: A revisão encontrou evidência de baixa qualidade sobre se o RUTF reduz as taxas de recaída ou mortalidade.

O que concluí que o RUTF é superior às dietas locais padrão para o tratamento da SAM, mas os benefícios a longo prazo (por exemplo, prevenção de recaídas ou redução da mortalidade) ainda não são claros.

#### RUTF como uma dieta completa vs. RUTF como um suplemento à dieta habitual

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

O RUTF com dieta completa melhorou as taxas de recuperação em 41% em comparação com o RUTF como suplemento.

A recaída foi menor quando o RUTF era a única dieta.

Nenhum efeito claro na mortalidade ou nas taxas de ganho de peso.

Em suma, fornecer RUTF para satisfazer as necessidades nutricionais diárias totais da criança é mais eficaz do que usá-lo como um suplemento a uma dieta regular.

### RUTF padrão vs. Formulações alternativas de RUTF

O estudo testou diferentes receitas de RUTF que modificaram a composição de proteínas, gorduras e micronutrientes através da redução ou até a eliminação da adição do leite em pó (por este ser um alimento caro); da utilização de cereais e leguminosas disponíveis localmente em vez de amendoins e lacticínios; e ainda a adição de ácidos gordos específicos (por exemplo, ómega-3) ou probióticos.

Para concluir, as taxas de recuperação foram semelhantes entre o RUTF padrão e o alternativo. As taxas de recaída foram ligeiramente inferiores com o RUTF padrão. Não houve nenhuma diferença significativa na mortalidade ou ganho de peso. Ou seja, as formulações alternativas de RUTF (usando alimentos locais) são tão eficazes quanto o RUTF padrão para recuperação e ganho de peso, mas podem levar a taxas de recaída ligeiramente mais altas.

### **O papel de alimentos específicos nos RUTF**

#### Ingredientes do RUTF padrão:

- Leite em pó- Proteína de alta qualidade e aminoácidos essenciais;
- Manteiga de amendoim- Boa fonte de proteína, gordura e energia;
- Açúcar- Fonte de hidratos de carbono altamente calóricos;
- Óleo vegetal (óleo de soja, óleo de palma ou óleo de girassol)- Fornece ácidos gordos essenciais;

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

- Pré-mistura de vitaminas e minerais- Assegura a suficiência de micronutrientes.

### Formulações alternativas utilizadas em estudos:

- Formulações sem leite ou com leite reduzido (para reduzir os custos).
- Proteínas à base de leguminosas (por exemplo, soja, lentilhas, feijão-frade) em vez de produtos lácteos.
- Cereais locais (por exemplo, milho, painço, sorgo) em vez de trigo ou amendoins.
- Adicionados probióticos e pré-bióticos para apoiar a saúde intestinal.
- Teor de ácidos gordos modificado para melhorar o valor nutricional.

### **Desafios e considerações para a utilização de RUTF**

**Custo elevado:** O RUTF padrão é caro, principalmente devido ao leite em pó e aos ingredientes importados. As alternativas de origem local podem ajudar.

**Risco de alergias aos amendoins:** Algumas crianças podem ser alérgicas, o que leva à necessidade de fontes alternativas de proteínas.

**Preocupações com a sustentabilidade:** A dependência a longo prazo dos RUTF pode não ser ideal; os esforços devem centrar-se na integração de soluções alimentares locais.

**Controlo de qualidade na produção local:** Os RUTF produzidos localmente necessitam de uma monitorização adequada para garantir que cumprem as normas nutricionais da OMS.

### Considerações finais

O RUTF é eficaz para tratar a desnutrição aguda grave, especialmente quando satisfaz as necessidades diárias totais de energia e nutrientes.

As fórmulas alternativas (utilizando alimentos locais) funcionam igualmente bem para a recuperação e o aumento de peso, mas podem levar a taxas de recaída ligeiramente mais elevadas.

A investigação futura deve centrar-se na relação custo-eficácia, nos impactos a longo prazo e no papel dos diferentes ingredientes na otimização da nutrição.

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

3. Produção local versus produção offshore de Alimentos Terapêuticos Prontos a Usar (RUTF) e Suplementos Nutricionais à Base de Lípidos em Pequenas Quantidades (SQ-LNS)

Este estudo, (Segrè et al., 2017), examina a produção local versus produção *offshore* de Alimentos Terapêuticos Prontos a Usar (RUTF) e Suplementos Nutricionais à Base de Lípidos em Pequenas Quantidades (*Small-Quantity Lipid-Based Nutrient Supplements*, SQ-LNS). Analisa os dados de aquisição da UNICEF, os fatores de custo e os desafios enfrentados pelos fabricantes. O documento explora se a produção local beneficia as economias e a segurança alimentar, apesar dos custos mais elevados em comparação com o fabrico *offshore*.

### **Comparação de custos: Produção Local vs. *Offshore* de RUTF**

A produção local é mais cara do que a produção *offshore*. Os fabricantes *offshore* beneficiam de economias de escala, cargas fiscais mais baixas e melhor acesso ao financiamento. Ainda, os fabricantes locais enfrentam alguns desafios, como os elevados direitos de importação de matérias-primas, custos de empréstimos dispendiosos e fábricas subutilizadas.

A UNICEF está a apoiar a produção local apesar da diferença de custos, com o objetivo de adquirir localmente 50% dos RUTF.

### **Alimentos específicos usados em RUTF e SQ-LNS**

Tanto o RUTF como o SQ-LNS contêm:

- Pasta de amendoim- Proteínas e gorduras.
- Óleo vegetal- Ácidos gordos essenciais.
- Leite em pó- Proteína de alta qualidade e cálcio.
- Açúcar- Fornece energia.
- Mistura de vitaminas e minerais- Assegura o equilíbrio dos micronutrientes.

Desafios com ingredientes na produção local:

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

Questões de segurança do amendoim, visto que muitos países enfrentam a contaminação por aflatoxina, exigindo amendoins importados apesar da disponibilidade local. Importação de leite em pó, pois muitos países com baixos rendimentos não têm produção de laticínios, levando ao aumento dos custos. Necessidade de alternativas locais, alguns produtores estão a testar grão-de-bico ou grãos locais em alternativa ao leite em pó.

### **Impacto económico e na segurança alimentar**

A produção local de RUTF cria empregos, mas o impacto económico é limitado devido à produção em baixa escala, os investimentos em laboratórios de segurança alimentar e cadeias de abastecimento poderiam melhorar o abastecimento local. Ainda, a personalização de RUTF e SQ-LNS para os gostos locais e canais de distribuição poderia torná-los mais eficazes.

### **Soluções potenciais para reduzir os custos de produção local**

- Isenções fiscais para ingredientes importados;
- Melhores opções de financiamento para os fabricantes locais;
- Expandir a produção para SQ-LNS (para prevenir a desnutrição, não apenas tratá-la) para tornar as fábricas mais eficientes.

### **Conclusão**

A produção local de RUTF é ainda mais cara, mas a UNICEF apoia-a para a segurança alimentar e a sustentabilidade a longo prazo.

Os ingredientes locais, como o amendoim e as leguminosas, poderiam ser mais utilizados se as normas de segurança alimentar melhorassem.

A expansão para a produção de SQ-LNS poderia tornar as fábricas locais mais sustentáveis.

Os governos e os doadores devem criar políticas para apoiar a produção local, através da redução dos custos.

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

4. Desenvolvimento e estabilidade de armazenamento de alimentos terapêuticos prontos a usar à base de grão-de-bico, feijão-mungo e amendoim para combater a malnutrição proteico-energética

Este estudo, (Javed et al., 2021), tem como objetivo desenvolver um alimento terapêutico pronto a usar (RUTF) à base de plantas para combater a desnutrição proteico-energética (*Protein-Energy Malnutrition-PEM*), que é um importante problema de saúde no Paquistão e noutros países em desenvolvimento. O estudo explora a formulação, o conteúdo nutricional e a estabilidade do prazo de validade do RUTF feito a partir de grão-de-bico, feijão-mungo e amendoim, todos eles fontes de proteína rentáveis e disponíveis localmente.

### Antecedentes e objetivo

A desnutrição afeta milhões de crianças com menos de cinco anos de idade, especialmente no Sul da Ásia e em África. Os alimentos terapêuticos tradicionais de origem animal são caros e inacessíveis a muitas famílias. Os RUTF à base de leguminosas poderiam constituir uma solução económica e sustentável para a desnutrição aguda grave (SAM) nas crianças.

A investigação centrou-se no desenvolvimento de um RUTF rico em proteínas e estável em prateleiras, utilizando ingredientes indígenas (grão-de-bico, feijão-mungo e amendoim), misturados com açúcar, leite em pó, óleo e uma pré-mistura de vitaminas e minerais para cumprir as normas nutricionais da OMS.

### Metodologia

No processo de formulação de RUTF, os investigadores desenvolveram 14 formulações diferentes, variando as proporções de:

- Amendoim (uma base tradicional para RUTF)
- Grão-de-bico (rico em proteínas e fibras)
- Feijão-mungo (facilmente digerível e rico em proteínas)

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

- Mais açúcar, leite em pó, óleo e pré-mistura de vitaminas e minerais

O RUTF foi misturado numa pasta homogénea, embalado em saquetas de folha de alumínio e armazenado à temperatura ambiente ( $20 \pm 5^\circ\text{C}$ ) durante 90 dias.

Em relação aos testes de estabilidade de armazenamento, as formulações foram avaliadas durante 90 dias para:

- Atividade da água ( $A_w$ )- Determina o potencial de crescimento microbiano
- Carga microbiana (contagem total de placas e contagem de bolores)- Garante a segurança alimentar
- Índice de peróxidos (*Peroxide Value*-POV)- Mede a oxidação da gordura (sabor a ranço)
- Valor do ácido tiobarbitúrico (*Thiobarbituric Acid Reactive Substances*-TBA)- Avalia a degradação dos lípidos

### Conclusões principais

Em relação à atividade de água ( $A_w$ ), todas as amostras de RUTF tinham  $A_w$  inferior a 0,5, o que significa que eram estáveis na prateleira e não suportavam o crescimento bacteriano. Sendo que isto é crucial para os RUTF, uma vez que têm de ser seguros para as crianças sem necessitarem de refrigeração.

A contagem total de placas e a contagem de bolores aumentaram ligeiramente ao longo de 90 dias, mas mantiveram-se dentro dos limites de segurança da OMS e da UNICEF. Importante realçar que os RUTF feitos com feijão-mungo e grão-de-bico tiveram contagens microbianas mais baixas do que os RUTF à base de amendoim. A embalagem adequada e a baixa atividade da água contribuíram para a segurança.

Os valores de peróxido e TBA aumentaram ao longo do tempo, indicando alguma oxidação da gordura, no entanto, os valores mantiveram-se abaixo do limite de rancidez aceitável, o que significa que as formulações de RUTF mantiveram a sua qualidade.

A adição de grão-de-bico e feijão-mungo melhorou o teor de proteínas em comparação com os RUTF de apenas amendoim. Estas leguminosas também

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

contribuíram para uma melhor textura e menor separação do óleo, tornando o produto mais apelativo.

Depois de avaliar a estabilidade de armazenamento e a qualidade nutricional, as três melhores formulações de RUTF foram:

- 100% RUTF de grão-de-bico- Alta proteína, excelente estabilidade
- 80% Grão-de-bico, 20% Feijão-mungo RUTF- Proteína e textura equilibradas
- 40% Grão-de-bico, 60% Feijão-mungo RUTF- Digestibilidade melhorada

Estas formulações cumpriram as normas internacionais de nutrição e foram consideradas adequadas para o tratamento de crianças subnutridas com idades compreendidas entre os 6 e os 59 meses.

Culturalmente aceitável, visto que o grão-de-bico e o feijão-mungo são muito consumidos no Sul da Ásia. Têm uma vida útil longa, não sendo preciso o uso de refrigeração, o que o torna ideal para zonas rurais e de baixos rendimentos.

Composição nutricional em conformidade com a OMS, podendo assim, ser utilizado em programas de nutrição governamentais.

Para concluir, este estudo desenvolveu e validou com sucesso um RUTF à base de plantas(origem vegetal) que é nutritivo, económico e estável nas prateleiras. Estas formulações podem servir de alternativa aos RUTF comerciais à base de amendoim e ajudar a reduzir a desnutrição infantil no Paquistão e não só.

### 5. Empresas emergentes de nutracêuticos na Índia- Uma ligação entre a alimentação e a medicina

Este documento, (Saini & Saini, 2020), explora o papel dos nutracêuticos (produtos alimentares com benefícios nutricionais e medicinais) na prevenção e gestão de doenças. Destaca as empresas indianas emergentes que trabalham com nutracêuticos e o seu impacto na saúde pública e nas soluções para a subnutrição.

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

O que são nutracêuticos?

Derivados de fontes alimentares como o alho, a curcuma, a canela, a aloé vera, o chá verde e as leguminosas. Utilizados para a prevenção de doenças crónicas (diabetes, doenças cardiovasculares e inflamação).

Ingredientes alimentares utilizados nos nutracêuticos indianos:

- Curcuma e gengibre (anti-inflamatório, saúde digestiva);
- Leguminosas e amendoins (ricos em proteínas, bons para a desnutrição);
- Alho e chá verde (antioxidantes, saúde do coração);
- Canela e Aloé Vera (controlo da diabetes, perda de peso).

Empresas emergentes na Índia:

**GC Rieber Compact India:** Produz alimentos suplementares prontos a usar (RUSF) e suplementos nutricionais à base de lípidos para a desnutrição.

**Nutraculture India:** Desenvolve suplementos dietéticos naturais para prevenção do cancro e imunidade.

**Greenfield Naturals:** Centra-se em extratos botânicos e alimentos funcionais para a prevenção de doenças.

Os nutracêuticos estão a ganhar importância como abordagem preventiva da saúde.

As empresas indianas estão a investir em soluções naturais, baseadas nos alimentos, para combater a subnutrição e as doenças crónicas.

É necessária mais investigação para integrar os nutracêuticos nos principais programas de saúde.

6. Avaliação do alimento terapêutico pronto para uso (RUTF) sorgo-aveia-soja na recuperação nutricional e nos perfis bioquímicos de ratos

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

Este estudo, (Utah-Iheanyichukwu, Chioma et al., 2025), avalia a eficácia de um RUTF à base de Sorgo-Aveia-Soja (SOS) na recuperação nutricional de ratos desnutridos, comparando-o com o RUTF padrão à base de amendoim.

Ingredientes utilizados:

- Sorgo (25%) - Rico em fibras, ferro e hidratos de carbono complexos;
- Aveia (10-15%) - Rica em fibras solúveis e proteínas;
- Soja (25-35%) - Alto teor de proteínas, substitui o leite em pó;
- Óleo de soja e açúcar - Fornece gorduras essenciais e energia;
- Pré-mistura de vitaminas e minerais - Assegura a suficiência de micronutrientes.

**Estudo em ratos subnutridos:**

- 20 ratos *Wistar* foram alimentados com SOS-RUTF durante 21 dias após 5 dias de fome.
- Os resultados mostraram uma recuperação significativa do peso (os ratos recuperaram entre 75g a 80g).
- Os níveis de hemoglobina melhoraram, indicando uma melhor absorção do ferro.
- Os marcadores de saúde do fígado e dos rins estavam normais, comprovando a segurança e a eficácia.

Comparação com RUTF padrão:

- Ganho de peso e recuperação bioquímica semelhantes aos do RUTF à base de amendoim.
- Maior teor de fibra e ferro, tornando-o mais diversificado em termos nutricionais.
- **Sem leite em pó, tornando-o mais barato e mais adaptável localmente.**

O RUTF de sorgo-aveia-soja é uma alternativa eficaz ao RUTF tradicional, e oferece uma melhor absorção de ferro, mais fibras e custos mais baixos. Porém, este produto necessita de mais ensaios e ensaios em humanos, para confirmar a sua eficácia em crianças.

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

### Comparação de alimentos utilizados em RUTF, RUSF e nutracêuticos

Cada artigo discute diferentes formulações alimentares (Tabela 2) com base nos seus objetivos (tratamento vs. prevenção, desnutrição grave vs. moderada, e benefícios gerais para a saúde).

TABELA 2-COMPARAÇÃO DE ALIMENTOS UTILIZADOS EM RUTF, RUSF E NUTRACÊUTICOS NOS VÁRIOS ARTIGOS

Alimentos	Artigo 1	Artigo 2	Artigo 3	Artigo 4	Artigo 5	Artigo 6
<b>Amendoim</b>	Utilizados como fonte de gordura e proteína	Ingrediente principal nos RUTF padrão	De origem local, mas a contaminação por aflatoxinas é um problema	Utilizados em diferentes proporções nas formulações	Utilizados em nutracêuticos para a saúde do coração	<b>Não utilizados nesta formulação</b>
<b>Leite em pó</b>	Utilizado em algumas formulações	Essencial para proteínas e aminoácidos	Fator de custo importante - esforços para reduzir o teor de leite	Substituído por grão-de-bico/feijão-mungo	Encontrado em nutracêuticos fortificados	<b>Não utilizado; as proteínas provêm da soja</b>
<b>Óleo vegetal</b>	Fornecer ácidos gordos essenciais	Elevado teor de gordura para energia	Importado em muitos países, aumentando os custos	Incluído em formulações RUTF	Utilizado em alimentos funcionais para benefícios de ómega-3	Óleo de soja utilizado em substituição

**MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR**

<b>Cereais (milho, sorgo, aveia, batata, batata irlandesa)</b>	Fonte de hidratos de carbono em RUSF	<b>Não é habitualmente utilizado em RUTF</b>	Ingredientes locais alternativos explorados para reduzir os custos	<b>Não incluído</b>	Utilizado em nutracêuticos para fibras e antioxidantes	Ingrediente principal (Sorgo + Aveia) para hidratos de carbono
<b>Soja e leguminosas (feijão-frade, grão-de-bico, feijão, feijão-mungo)</b>	Utilizados em algumas formulações de RUSF	Fontes alternativas de proteínas para a redução do leite	Testados como substitutos rentáveis do leite em pó	Ingrediente s-chave em formulações alternativas de RUTF	Utilizados em nutracêuticos para benefícios proteicos e anti-inflamatórios	A soja fornece proteínas e gorduras
<b>Açúcar</b>	Fonte de energia, melhora o sabor	Fonte essencial de calorías em RUTF	Amplamente disponível, mas aumenta o custo	Usado em todas as formulações	Encontrado em adoçantes naturais usados em alimentos funcionais	Usado para tolerabilidade em ratos
<b>Pré-mistura de vitaminas e minerais</b>	Essencial para o equilíbrio dos micronutrientes	Incluída nos RUTF para cumprir as normas da OMS	Totalmente importada, o que encarece a produção local	Adicionada em todas as fórmulas	Comum em nutracêuticos fortificados	Utilizada para equilibrar as carências

Principais conclusões da tabela 2:

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

- O RUTF de sorgo-aveia-soja do artigo 6, elimina o amendoim e o leite, tornando-o mais barato e adaptável localmente.
- O RUTF do artigo 2 continua a ser o padrão de ouro, mas é caro devido à sua dependência de amendoins e leite em pó.
- As leguminosas (grão-de-bico, feijão-mungo, soja) estão a emergir como alternativas rentáveis e ricas em proteínas, visto nos artigos 4 e 6.
- Os nutracêuticos do artigo 5 destacam os compostos bioativos à base de plantas que podem melhorar as formulações de RUTF.

Na próxima tabela (tabela 3), podemos observar a eficácia das diferentes formulações apresentadas nos vários artigos, sendo que só foram comparados os artigos 1, 2, 4 e 6, pois são os únicos que demonstram estes dados.

TABELA 3-EFICÁCIA DE DIFERENTES FORMULAÇÕES DE RUTF E RUSF

Termo de comparação	Artigo 1	Artigo 2	Artigo 4	Artigo 6
<b>Taxa de recuperação</b>	Eficaz para a desnutrição aguda moderada (MAM)	RUTF aumenta a recuperação em 33% em comparação com as dietas locais para a desnutrição aguda grave (SAM)	Eficaz para crianças desnutridas, com prazo de validade estável	Melhorou significativamente o ganho de peso e os marcadores bioquímicos em ratos
<b>Ganho de peso</b>	Variado consoante a formulação, melhor com MSPe (milho/soja/amendoim), mas houve sempre ganho	Os RUTF aumentam ligeiramente o ganho de peso (em 1,12g/kg/dia)	As fórmulas alternativas ricas em proteínas melhoraram a qualidade nutricional	Os ratos ganharam peso até níveis próximos do normal

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

		em relação às dietas locais		
<b>Aceitabilidade infantil</b>	92,5% de aceitação para MSPe (melhor fórmula)	Nenhuma diferença significativa na aceitabilidade infantil entre RUTF e alimentos locais	Aceitabilidade semelhante à RUTF tradicional	Não aplicável
<b>Ingredientes alternativos testados</b>	<b>Leguminosas (feijão, grão-de-bico, feijão-frade), cereais (milho, sorgo, batata)</b>	<b>RUTF com ou sem leite testados, mas sem grandes diferenças de eficácia</b>	<b>Fórmulas à base de grão-de-bico/feijão-mungo apresentaram perfis nutricionais estáveis</b>	<b>Sorgo, aveia e soja tiveram bom desempenho como RUTF completo</b>

Conclusões da tabela 3, o RUTF do artigo 2 é o mais eficaz para a SAM, mas é bastante caro, o RUTF de sorgo-aveia-soja do artigo 6 é bastante promissor como alternativa local e económica, já o RUTF à base de leguminosas do artigo 4 poderia substituir as fórmulas à base de leite, mantendo a qualidade das proteínas.

### Conclusões finais

O RUTF é o tratamento mais eficaz para a SAM, mas o custo continua a ser o maior desafio, e esta conclusão foi refletida em grande parte dos artigos.

O RUTF de sorgo-aveia-soja e o RUTF de grão-de-bico-feijão-mungo oferecem alternativas de baixo custo, o que podem ser a solução para um RUTF mais sustentável.

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

A produção local ainda enfrenta desafios de segurança alimentar e de fornecimento de ingredientes, especialmente no caso do amendoim (toxinas). Os nutracêuticos e os alimentos funcionais podem melhorar as formulações de RUTF com compostos bioativos, por isso será benéfico olhar para eles.

Após a realização da análise e respetivas as conclusões dos artigos anteriores, fomos analisar com mais detalhe 3 outros artigos, com diferentes focos. Nesta segunda pesquisa, foram explorados os temas mais específicos relacionados com a produção local e ainda a qualidade proteica e lipídica, de forma a complementar a pesquisa feita anteriormente. Nesta pesquisa foram analisados três outros artigos, “Formulação e Avaliação Nutricional de Alimentos Terapêuticos Prontos a Usar Utilizando Ingredientes Alimentares Localmente Disponíveis” (Edafiorghor et al., 2025); “Avaliação de Alimentos Terapêuticos Prontos para Uso (RUTF) produzidos localmente para a prevenção da desnutrição infantil” (Fetriyuna et al., 2023); “Revisão sistemática da qualidade proteica e do perfil lipídico n-6 e n-3 de ingredientes alternativos para alimentos terapêuticos prontos a usar (RUTF)” (Pletts et al., 2025).

### 7. Formulação e Avaliação Nutricional de Alimentos Terapêuticos Prontos a Usar Utilizando Ingredientes Alimentares Localmente Disponíveis (Edafiorghor et al., 2025)

Edafiorghor et al, desenvolveram três formulações de RUTF usando apenas ingredientes locais nigerianos, arroz, soja, amendoim, cenoura, tâmara, óleo vegetal, ainda avaliaram o seu valor nutricional e aceitabilidade sensorial para combater a desnutrição aguda grave (SAM) (Edafiorghor et al., 2025).

#### Três formulações de RUTF: RSG-RUTF-1, RSG-RUTF-2 e RSG-RUTF-3

O processamento envolveu a limpeza, a imersão, a cozedura, a secagem, a moagem e a mistura de todos os ingredientes, essencial para o controlo da baixa atividade de água (aw). As análises incluíram composição proximal, níveis de micronutrientes, conteúdo de antinutrientes e avaliação sensorial por 50 cuidadores.

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

TABELA 4-COMPOSIÇÃO APROXIMADA( POR 100G)

Composição	RUTF-1	RUTF-2	RUTF-3
<b>Proteína (%)</b>	6,85	9,41	9,75
<b>Gordura (%)</b>	9,5	6,81	26,5
<b>Hidratos de carbono (%)</b>	71,0	68,8	50,2
<b>Energia (kcal)</b>	397	374	478
<b>Humidade (%)</b>	9,26	11,11	9,89
<b>Fibra (%)</b>	2,39	2,79	2,59

As vitaminas A e E cumpriram as recomendações da OMS. A vitamina C, o zinco, o ferro e o magnésio estavam abaixo dos níveis recomendados, provavelmente devido à ausência de pré-misturas. Ainda, os teores de antinutrientes estavam presentes em quantidades baixas, porém dentro de margens de segurança aceitáveis.

TABELA 5- AVALIAÇÃO SENSORIAL (NUMA ESCALA DE 1-9):

Atributo	RUTF-1	RUTF-2	RUTF-3
<b>Sabor</b>	5,73	6,75	7,42
<b>Textura</b>	5,52	6,53	7,33
<b>Aceitabilidade Geral</b>	5,43	6,71	7,17

O RUTF-3 foi o mais preferido em todas as categorias sensoriais.

Como conclusões deste artigo podemos retirar que, todos os três RUTFs são alternativas locais viáveis para produtos importados como *Plumpy'Nut*. O RUTF-3 foi nutricionalmente mais rico e mais bem aceite pelos cuidadores. Somente com o uso de produtos locais as proteínas, a vitamina C e alguns minerais precisam de ser fortificados para se alinharem totalmente com as normas da OMS. E, por fim, a utilização de ingredientes locais melhora a relação custo-eficácia, a disponibilidade e a aceitabilidade cultural, aumentando potencialmente a adoção de programas de SAM baseados na comunidade.

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

8. Avaliação de Alimentos Terapêuticos Prontos para Uso (RUTF) produzidos localmente para a prevenção da desnutrição infantil (Fetriyuna et al., 2023)

O objeto deste artigo, como foi apresentado por Fetriyuna et al, é avaliar as qualidades nutricionais e sensoriais de dois RUTFs formulados localmente, feitos com ingredientes acessíveis na Nigéria, como uma estratégia potencial para prevenir a desnutrição infantil (Edafioghor et al., 2025).

Para isso, foram ponderados os seguintes ingredientes: milho; soja; amendoim; tâmaras; açúcar. Foram testadas duas fórmulas, **F1**: soja, amendoim, tâmaras e **F2**: soja, milho, amendoim, açúcar.

Estes ainda foram comparados com um RUTF comercial padrão.

Os testes incluíram: composição aproximada (macronutrientes), composição mineral e avaliação sensorial por 20 membros do painel.

TABELA 6-COMPOSIÇÃO APROXIMADA( POR 100G) NAS VARIADAS FORMULAÇÕES

Nutriente	F1	F2	RUTF padrão
Carboidrato (%)	44,18	47,46	52,93
Proteína (%)	10,70	14,50 (mais alto)	10,73
Gordura (%)	30,30 (mais alto)	21,75	19,90
Cálcio (g)	2,58	2,83 (mais alto)	0,63
Energia metabolizável	464,7 kcal	404,95 kcal	433,7 kcal

F1 teve o maior teor de gordura e energia, porém menor aceitabilidade sensorial. A F2 apresentou o melhor equilíbrio entre a qualidade nutricional e a aceitabilidade sensorial, aproximando-se do RUTF padrão em termos de sabor, textura e atratividade geral. Tanto F1 como F2 tinham níveis de cálcio mais elevados do que o RUTF padrão, que apoia o desenvolvimento ósseo em crianças desnutridas.

Para concluir, a análise deste estudo mostra que os RUTFs de origem local podem ser alternativas nutricionalmente adequadas e económicas às fórmulas comerciais

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

importadas. A F2 é recomendada pelo seu elevado teor proteico e melhor aceitabilidade. Isto apoia a produção local de RUTF como uma solução sustentável para gerir a desnutrição infantil em ambientes com recursos limitados (Fetriyuna et al., 2023).

9. “Revisão sistemática da qualidade proteica e do perfil lipídico n-6 e n-3 de ingredientes alternativos para alimentos terapêuticos prontos a usar (RUTF)” (Pletts et al., 2025)

O objeto deste artigo é orientar a reformulação de RUTF através da avaliação da qualidade proteica e dos perfis de ácidos gordos (rácio n-6/n-3) de ingredientes alternativos que possam reduzir os custos e, ao mesmo tempo, cumprir os padrões nutricionais (Pletts et al., 2025).

Para atingir este objetivo o estudo utilizou uma abordagem em três etapas: revisão sistemática da literatura publicada e concursos da UNICEF sobre formulações alternativas de RUTF; análise do conteúdo nutricional de ingredientes alternativos: pontuação de aminoácidos corrigida pela digestibilidade das proteínas (PDCAAS) rácios de ácidos gordos n-6/n-3; e avaliação de amostras de fórmulas de RUTF com base nesses ingredientes alternativos.

Foram encontrados 28 ingredientes alternativos (por exemplo, grão-de-bico, soja, feijão-mungo, aveia, sorgo, peixe, ovos de pata).

- A maioria das substituições visava o leite e os amendoins, que são dispendiosos.
- As proteínas do leite (PDCAAS  $\approx 1,0$ ) continuam a ser o padrão de ouro.
- Os amendoins têm um PDCAAS mais baixo ( $\approx 0,5$ ).
- As leguminosas, como a soja e o grão-de-bico, apresentam PDCAAS moderados, mas variam consoante o método de processamento (por exemplo, cozedura vs. farinha crua).
- Os cereais (por exemplo, painço, sorgo) têm geralmente um PDCAAS mais baixo, exigindo a suplementação de aminoácidos.

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

- Óleos como o de girassol, sésamo e sementes de algodão têm rácios n-6/n-3 extremamente elevados (até 475:1).
- Os óleos de linhaça e de perilla são ricos em ácidos gordos n-3, melhorando o equilíbrio geral.
- Os amendoins, um alimento básico nos RUTF, têm um perfil n-3 muito pobre.
- Muitas alternativas à base de plantas contêm compostos (por exemplo, fitatos, taninos, lectinas) que reduzem a biodisponibilidade dos nutrientes.
- O processamento (por exemplo, cozedura, fermentação) pode reduzir estes antinutrientes.
- As fórmulas que utilizam grão-de-bico ou soja podem cumprir os requisitos do Codex (PDCAAS  $\geq 0,9$ ; rácio n-6/n-3 adequado).
- As fórmulas sem leite ou amendoim (por exemplo, usando soja, milho e sorgo) são mais baratas, mas menos eficazes clinicamente.

Como conclusões, os ingredientes alternativos podem reduzir o custo, mas nem todos cumprem os padrões de proteínas e ácidos gordos sem ajustes; pelo menos 50% das proteínas devem continuar a provir de produtos lácteos para obter resultados ótimos. Devido à variabilidade dos perfis de aminoácidos e do conteúdo antinutricional, a análise laboratorial dos ingredientes crus é fundamental. Ainda realçam a importância de mais investigação, especialmente sobre digestibilidade, biodisponibilidade e aceitabilidade de novos RUTFs.

### **Conclusões retiradas da análise global dos artigos**

Com base na análise detalhada dos nove artigos apresentados, pode-se concluir que há um consenso sobre a eficácia dos Alimentos Terapêuticos Prontos para Uso (RUTF) no tratamento da Desnutrição Aguda Grave (SAM) e Moderada (MAM), mas também há uma clara necessidade de otimização quanto à sustentabilidade, custo e adaptação local

A revisão dos artigos revela ainda que, apesar de o RUTF padrão à base de amendoim e leite em pó ser altamente eficaz, o seu custo elevado, dependência de

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

ingredientes importados e problemas com alergias e aflatoxinas exigem alternativas mais sustentáveis e economicamente viáveis. Diversos estudos destacam a viabilidade de ingredientes locais, como soja, grão-de-bico, feijão-mungo, sorgo, milho e aveia, os quais demonstraram: alto teor proteico (em especial a soja e o grão-de-bico); boa densidade energética com o uso equilibrado de óleos vegetais; perfis lipídicos mais saudáveis (quando equilibrados com ácidos gordos n-3) e boa aceitabilidade sensorial, especialmente quando combinados com frutas como tâmaras ou cenoura.

Além disso, os estudos destacam a importância do pré-processamento adequado (ex: cozedura, secagem, moagem) para melhorar a digestibilidade e reduzir antinutrientes; da baixa atividade de água ( $A_w$ ) e embalagens apropriadas para garantir estabilidade sem refrigeração; e da suplementação com pré-misturas de vitaminas e minerais, já que os ingredientes locais nem sempre atingem os níveis ideais por si só.

Os artigos sugerem ainda que é possível manter taxas de recuperação e ganho de peso equivalentes às do RUTF padrão, mesmo com fórmulas sem leite e sem amendoim, desde que a qualidade proteica ( $PDCAAS \geq 0.9$ ) e o rácio adequado n-6/n-3 sejam respeitados.

Com base nas evidências, uma formulação preliminar promissora poderia incluir:

- Fontes proteicas locais: soja, grão-de-bico ou feijão-mungo;
- Fontes de energia: óleo de soja ou mistura com óleo de linhaça (para ajustar o perfil lipídico), açúcar ou tâmara (para palatabilidade e calorias);
- Cereais energéticos: sorgo, milho ou aveia;
- Fortificação: adição de pré-mistura de micronutrientes (vitaminas A, C, E, zinco, ferro, cálcio);
- Ausência de leite e amendoim, tornando-o mais barato, acessível e menos alergénico( porém seria um grande passo de diferenciação (podendo este não ser conservadoramente aceite);
- Processamento cuidadoso e embalagem hermética, para garantir estabilidade e segurança microbiológica.

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

O desenvolvimento de um RUTF eficaz não depende apenas da composição nutricional, mas também da aceitabilidade cultural, logística de produção local, e viabilidade económica. Esta análise fornece base sólida para iniciar a criação de um RUTF local, acessível e nutricionalmente completo, contribuindo para o combate sustentável à desnutrição infantil.

O texto oferece uma visão abrangente e bem fundamentada sobre a problemática da desnutrição e a relevância dos RUTF no seu combate. A utilização de dados da OMS, UNICEF e diversos estudos reforça a credibilidade do conteúdo, além de destacar avanços científicos e logísticos no tratamento da SAM.

A análise destes artigos demonstrou algumas lacunas na investigação, sendo estas uma futura oportunidade de desenvolvimento, como a dependência de fornecedores multinacionais, que apesar do reconhecimento da eficácia do RUTF, a forte centralização da produção em grandes empresas aumenta os custos e dificulta o acesso em regiões mais pobres, o que a meu ver indica barreira políticas e comerciais que contribuem para a desigualdade no acesso. Porém, não é o único problema, a grande produção e disponibilidade por si só não resolve problemas estruturais ligados à pobreza e hábitos alimentares locais.

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

### Parte II. Análise da situação atual

#### 1. Desnutrição

A desnutrição é uma condição de saúde causada pela ingestão inadequada de nutrientes essenciais.

A malnutrição infantil continua a ser um grande problema de saúde pública em países de baixo e médio rendimento, sendo a principal causa subjacente da mortalidade infantil. Crianças menores de 5 anos são particularmente vulneráveis a deficiências macro e micro nutricionais, resultando em problemas como baixo peso e atraso no crescimento, podendo levar à morte (Collins et al., 2006).

A ONU declarou uma década de ação contra a malnutrição em 2016, alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), mas o progresso ainda é insuficiente. Relatórios da OMS em 2020 indicam que milhões de crianças sofrem de desnutrição severa, enquanto o inquérito demográfico da África do Sul de 2016 mostra que a taxa de nanismo infantil era de 27%, com 45% das mortes infantis ligadas à desnutrição (UNICEF et al., 2023).

A desnutrição continua a ser um grande e grave desafio em África, com milhares de crianças a sofrer de desnutrição aguda grave (SAM) (Jayatissa, 2015). Os Alimentos Terapêuticos Prontos a Usar (RUTF) provaram ser uma solução eficaz, porém, a produção atual depende fortemente de ingredientes importados, tornando-os caros e inacessíveis para a grande maioria. Este projeto propõe o desenvolvimento de RUTF produzidos localmente utilizando ainda, ingredientes cultivados em África para reduzir os custos, apoiar os agricultores locais e aumentar a sustentabilidade.

##### 1.1 Severe Acute Malnutrition (SAM)

A desnutrição aguda grave (SAM) ocorre quando a criança está muito abaixo do peso para sua altura, ou seja, menos de 70% do esperado ou três vezes abaixo da média dos padrões de crescimento do Centro Nacional de Estatísticas da Saúde (que serão provavelmente substituídos pelas novas curvas de crescimento da OMS), o que se designa

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

por “emaciação”; a presença de edema bilateral de origem nutricional, o que se designa por “desnutrição edematosa”, ou um perímetro médio do braço inferior a 110 mm em crianças com idades compreendidas entre 1 e 5 anos. Muitos casos avançados de SAM são complicados por doenças infecciosas concomitantes, particularmente infeções respiratórias agudas, diarreia e septicemia gram-negativa. Em contrapartida, a desnutrição crónica (designada por “atraso de crescimento”) é definida por um indicador de altura para a idade. Além disso, uma forma composta de desnutrição que inclui elementos de atraso de crescimento e de emaciação é definida com um indicador de peso para a idade. Uma vez que estas diferentes formas de subnutrição têm causas diferentes e requerem tratamentos substancialmente diferentes, é necessária uma nomenclatura clara para as diferenciar (UNICEF et al., 2023).

O estudo *"Effect of F-75, F-100 and RUTF Supplementation in Children with Severe Malnutrition"* investigou a eficácia da suplementação nutricional em crianças com desnutrição severa. Realizado no Hospital de Ensino Aziz Bhatti Shaheed, no Paquistão, entre abril de 2015 e agosto de 2016, incluiu 53 crianças entre 6 e 59 meses, diagnosticadas com desnutrição aguda com perímetro do braço inferior a 11,5 cm.

O tratamento seguiu três fases:

1. **F-75** para estabilização inicial (2 a 7 dias);
2. **F-100** para ganho de peso (introduzido após 3 dias de estabilização);
3. **RUTF** para recuperação e manutenção (administrado por pelo menos 2 meses).

Os resultados demonstraram uma recuperação significativa, com o peso médio das crianças a aumentar de **4,97 kg para 7,36 kg após um mês**. Todas se recuperaram sem complicações, e a medição do perímetro do braço indicou melhorias progressivas. O estudo reforça que a abordagem estruturada com F-75, F-100 e RUTF é eficaz na recuperação de crianças desnutridas, prevenindo complicações e garantindo um crescimento saudável. Além disso, destaca a necessidade de campanhas de consciencialização e apoio governamental para combater a desnutrição infantil (Ashraf et al., 2017).

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

### 2. O que são Ready-to-Use Therapeutic Foods (RUTF)?

RUTF é a abreviatura de “Ready-to-Use Therapeutic Food” (alimentos terapêuticos prontos a usar), um alimento essencial que “salva-vidas” e que trata a emaciação grave em crianças entre os 6 meses e os 5 anos de idade. A emaciação é definida como um baixo peso por altura e ocorre quando alguém não se alimentou de forma suficiente ou esses alimentos não tinham a qualidade apropriada. Se não for tratada de forma adequada, a emaciação nas crianças está associada a um maior risco de morte.

O RUTF é um alimento terapêutico projetado para ser macio e maleável que pode ser facilmente consumido. O RUTF não precisa de ser reconstituído com água e pode ser utilizado com segurança em casa ou ao nível dos cuidados de saúde primários sem refrigeração ou qualquer preparação prévia, tornando-o prático para utilização em ambientes onde os recursos são limitados.

A ideia do RUTF foi criada para ter a mesma composição nutricional que o leite terapêutico F-100, que normalmente só é consumido por doentes internados a nível hospitalar, uma vez que requer reconstituição com água limpa e própria a consumo de consumo rápido. Antes do desenvolvimento e da utilização do RUTF, as crianças diagnosticadas com SAM, não tinham outro recurso senão serem admitidas no hospital como doentes internados e tratadas com leite terapêutico durante um período prolongado (várias semanas), com a necessidade de um cuidador a tempo inteiro. O RUTF mudou a forma de tratar os pacientes em condição SAM, permitindo um tratamento domiciliário, sem assistência médica, permitindo mais disponibilidade hospitalar a nível de internamento (Nutriset, 2025).

Atualmente, o RUTF apresenta-se sob a forma de pasta de micronutrientes de alta densidade energética sendo baseada numa mistura de amendoins, açúcar, óleos vegetais, produtos lácteos e uma pré-mistura de vitaminas e minerais. O processo de fabrico da pasta RUTF tem de garantir que todas as propriedades nutricionais e químicas dos vários ingredientes são preservadas durante um período alargado sem quaisquer efeitos adversos

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

na qualidade do produto acabado (prazo de durabilidade mínima de 24 meses), este RUTF tem de seguir as normas do *Codex Alimentarius Guidelines for ready-to-use therapeutic foods CXG 95-2022*. Esta pasta RUTF, foi inventada pelo nutricionista pediátrico André Briend e pelo engenheiro de processamento de alimentos Michel Lescanne há 25 anos, e tornou-se comercialmente disponível no início dos anos 2000. Segundo esta norma, uma saqueta de RUTF combina 500 calorias e micronutrientes que têm (FAO, WHO. 2023):

- Elevado valor nutricional, permitindo que as crianças subnutridas ganhem peso rapidamente.
- Durabilidade mínima de dois anos (24 meses)
- Sabor apelativo e fácil digestibilidade.
- Não necessita de **qualquer** preparação (as crianças comem-no diretamente do pacote).

### 3. Caracterização do mercado

O mercado global de RUTF é impulsionado pela necessidade de alimentos terapêuticos económicos e facilmente acessíveis para crianças subnutridas. A UNICEF e o Programa Alimentar Mundial (PAM) são os principais compradores de RUTF, com a UNICEF sozinha a adquirir quase 80% da produção global. Atualmente, o mercado é dominado por alguns fornecedores multinacionais, o que torna a entrega muito cara e logisticamente complexa na maioria dos locais. No entanto, há uma tendência crescente em direção a modelos localizados de produção que visam reduzir a dependência de importações, diminuir custos e fortalecer economias locais (UNICEF, 2023).

#### 3.1 Produtos existentes no mercado

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

*Plumpy'Nut*® (uma marca detida pela *Nutriset*, uma empresa francesa) é o RUTF comercial mais utilizado, disponível sob a forma de pasta de amendoim, e foi o primeiro RUTF a ser desenvolvido e patenteado conjuntamente pelo Instituto Francês de Investigação (IRD) e pela *Nutriset*, França, em 1996. Desde então, existem quase vinte produtores de RUTF em todo o mundo, com um número crescente de produtores nos países em desenvolvimento (Nutriset, 2025).



FIGURA 1- EMBALAGEM DE RUTF DA EMPRESA *PLUMPY'NUT*

A *Nutriset* concedeu uma licença não exclusiva à *Valid Nutrition* em 2007, permitindo-lhe produzir produtos legalmente, sem infringir a patente estabelecida. Em 2010, a *Nutriset* e o IRD abriram o acesso à patente a qualquer produção local de RUTF, sob reserva de determinados critérios e do pagamento de uma taxa de utilização da patente ao IRD (a *Nutriset* tinha optado por não solicitar qualquer forma de indemnização), fixada em 1% do volume de negócios realizado com a venda dos produtos acabados. O Acordo de Utilização de Patentes é um acordo pelo qual a *Nutriset* concede uma licença a uma empresa ou organização para produzir, comercializar e distribuir produtos abrangidos pelas patentes que são propriedade conjunta da *Nutriset* e da IRD. Os produtores localizados nos países em desenvolvimento onde a patente da *Nutriset*/IRD está em vigor (ou seja, 25 países africanos), e que desejam produzir RUTF, podem agora fazê-lo desde que a sua estrutura organizacional cumpra determinados critérios e características. A decisão de facilitar o acesso às licenças para os produtores locais foi, portanto, formalizada e tornada acessível online em 2010 e, atualmente, existem dez beneficiários do Acordo de Utilização localizados em seis países: Mali, Serra Leoa, Quênia, Chade, Malawi e Senegal. A *Nutriset*/IRD tomou a decisão de restringir o acesso a estas licenças a grupos de países desenvolvidos, para além da Edesia, uma organização sem fins lucrativos sediada nos Estados Unidos da América (EUA) (membro da rede

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

PlumpyField), para preservar e proteger a produção local nos países em desenvolvimento (Valid Nutrition, 2024).

Mais tarde, a *Nutriset* divulgou a sua patente, visto que esta era uma das maiores marcas de produção e venda, analisamos todas as suas componentes. Plumpy'Nut é patenteado nos Estados Unidos da América sob o número 6.346.284, intitulado "Alimento ou suplemento nutricional, método de preparação e usos". Esta patente foi solicitada em 19 de novembro de 1998 e publicada/concedida em 12 de fevereiro de 2002 (Patents, 2025).

Existem 4 exemplos de “Alimento ou suplemento nutricional” para diversos usos:

### 1. Fórmula completa de reabilitação nutricional:

- Leite em pó desnatado, soro de leite, maltodextrina, sacarose, pasta de amendoim e gorduras vegetais.
- Energia: **545 kcal/100 g**.
- Viscosidade adequada para consumo direto.

### Ingredientes:

- 25 kg de **leite desnatado em pó**
- 25 kg de **soro de leite**
- 25 kg de **maltodextrina**
- 12,5 kg de **sacarose**
- 1 kg de **complemento de minerais e vitaminas** (composição detalhada abaixo)
- 40 kg de **pasta de amendoim**
- 40 kg de **gordura vegetal** (ver composição abaixo)

**TABELA 7-MISTURA DE VITAMINAS E MINERAIS (POR 100 KG DE ALIMENTO):**

Nutriente	Quantidade (g)
Vitamina A	8,68

**MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR**

Vitamina D	5,04
Vitamina E	31,50
Vitamina C	45,53
Vitamina B1	0,47
Vitamina B2	1,42
Vitamina B6	0,47
Vitamina B12	0,42
Ácido fólico	0,17
Niacina (B3)	4,17
Ácido pantotênico	2,44
Biotina (B8)	0,05
Vitamina K	0,33
Óxido de zinco	9,30
Carbonato de cálcio	93,06
Sulfato de cobre	3,24
Cloreto de potássio	393,71

**TABELA 8- COMPOSIÇÃO LIPÍDICA INDICATIVA DA GORDURA VEGETAL USADA:**

<b>Ácido graxo</b>	<b>Percentual (%)</b>
C8 (caprílico)	1,25
C10 (capríco)	1,10
C12 (laurico)	14,35
C14 (mirístico)	5,50

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

C16 (palmítico)	27,80
C18:1 (oleico)	31,65
C18:2 (linoleico)	8,30
C18:3 (linolênico)	0,20
Outros	0,55

### Composição nutricional por 100g:

- Energia: **545 kcal**
- Proteínas: **14 g** ( $\approx 10\%$  do valor energético)
- Carboidratos: **43 g** ( $\approx 31\%$ )
- Lipídios: **36 g** ( $\approx 59\%$ )

### 2. Molho gorduroso à base de pasta de amendoim:

- Suplemento para adicionar a papas de cereais ou consumir puro.

#### Ingredientes:

- 33 kg de **pasta de amendoim**
- 26 kg de **gordura**
- 37 kg de **farinha de soja integral desamargada**
- 4 kg de **mistura de vitaminas e minerais** (composição abaixo)

**TABELA 9-MISTURA DE VITAMINAS E MINERAIS (POR 100 KG DE PRODUTO):**

Nutriente	Quantidade (g)
Vitaminas A, D, E, C, complexo B	-
Óxido de zinco	12,63
Sulfato de ferro	10,26

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

Carbonato de cálcio	1.244,54
Sulfato de cobre	1,18
Cloreto de potássio	1.205,45
Óxido de magnésio	185,18
Fosfato de potássio	1.185,30
Fosfato tricálcico	51,30

3. **Versão sem amendoim:** para regiões com alergias comuns.

### **Ingredientes:**

- 20 kg de **farinha de soja desengordurada**
- 52 kg de **gordura**
- 13 kg de **soro de leite**
- 7 kg de **sacarose**
- 8 kg de **vitaminas e minerais** (igual à Tabela 1)

4. **Versão só com proteínas do leite:** ajustável para bebês desde os 4 meses.

### **Ingredientes:**

- 40 kg de **gordura**
- 40 kg de **leite desnatado em pó**
- 16 kg de **soro de leite**
- 4 kg de **sacarose**
- 0,23 kg de **vitaminas e minerais** (igual à Tabela 1)

Isto significa que a proteção da patente principal sobre a formulação original do *Plumpy'Nut* cessou em grande parte nos principais mercados, o que abriu oportunidades

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

para outros fabricantes produzirem RUTFs semelhantes sem necessitarem de uma licença da *Nutriset*.

A *GC Rieber* é uma empresa emergente que trabalha para o bem-estar humano e a alimentação para a vida. Em 1948, a *GC Compact AS* foi fundada na Noruega. Em 2009, a *Compact AS* estabeleceu a *GC Rieber Compact* em Gurugram, Haryana, Índia. Esta empresa produz produtos prontos a utilizar, geralmente suplementos nutricionais à base de lípidos derivados do amendoim, uma vez que é uma boa fonte de lípidos e ajuda a atenuar a desnutrição. A empresa está certificada com a norma FSSC-22000 ( *GC Rieber-compact*, 2024).



FIGURA 2- EMBALAGEM DE RUTF DA EMPRESA GC RIEBER

*Mana Nutritive Aid Product: A manufacturer of RUTF and RUSF products.* Enquanto organização sem fins lucrativos, os únicos acionistas são as crianças que servem e as mães que as amam. Vendem o RUTF a compradores globais ao preço de custo, acrescido de uma pequena margem. Quaisquer lucros são depois reinvestidos na produção de mais RUTF, um modelo que permite manter os custos baixos para compradores como a UNICEF e a USAID (*United States Agency for International Development*), (Mana,2025).



FIGURA 3- EMBALAGEM DE RUTF DA EMPRESA MANA NUTRIVE AID PRODUCT

A Nutrivita Foods foi fundada em 2010 através de uma parceria entre empresários indianos e a empresa francesa *Onyx Développement (Groupe Nutriset)*. A *Nutriset* é pioneira no tratamento da desnutrição utilizando Alimentos Terapêuticos Prontos a Usar (RUTF) (Devex,2024).

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

Batizada com o nome da deusa romana da alimentação, a *Edesia* tem como missão acabar com a subnutrição. Até à data, produzem alimentos prontos a usar para 25 milhões de crianças e mães em 65 países e têm como missão não parar até que a subnutrição seja uma condição coberta pelos livros de história, e não pelas notícias noturnas (Edesia Nutrition, 2024).

A *Meds & Food for Kids* forma e apoia pequenos agricultores haitianos para aumentar a qualidade e o rendimento das suas colheitas de amendoim. Compram amendoins para produzir alimentos terapêuticos e continuamos a apoiar agricultores após a formação, para que possam alimentar com sucesso as suas famílias e comunidades (Meds & Food for Kids, 2024).

### 4. Distribuição de RUTF's/ Role of UNICEF

A UNICEF recolheu dados, a partir do ano 2022, em relação às quantidades distribuídas pela UNICEF de forma a permitir, com antecedência, que o aprovisionamento esteja pronto para as entregas a intervalos regulares ao longo do ano. Na figura 4 são apresentados mapas ilustrativos da distribuição de RUTF.

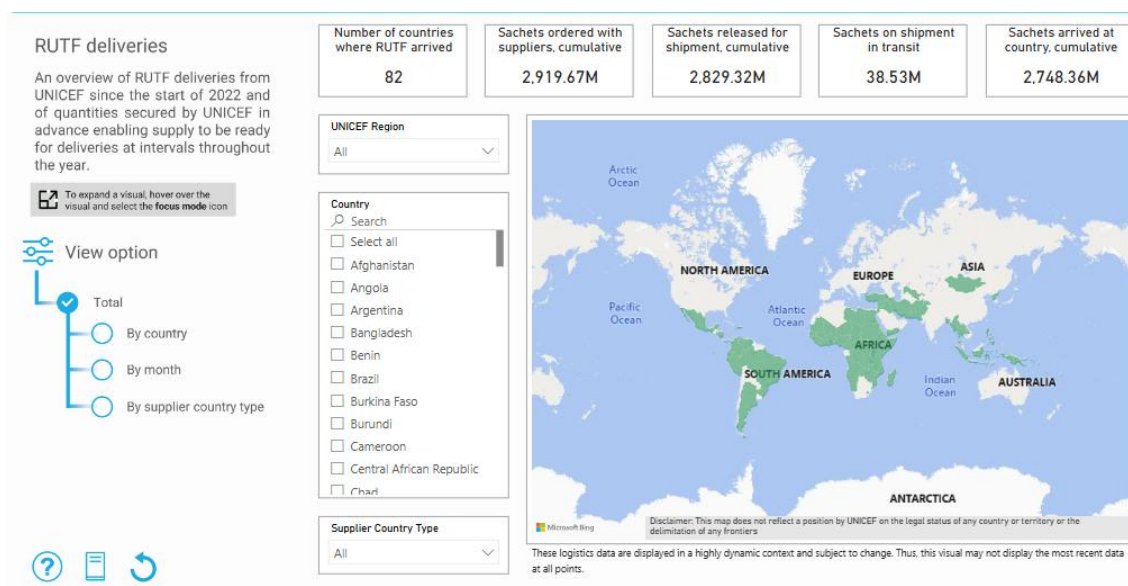


FIGURA 4-MAPAS ILUSTRATIVOS DA DISTRIBUIÇÃO DE RUTF

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

De acordo com dados da UNICEF, os RUTFs já foram distribuídos em **82 países**, com milhares de saquetas encomendadas, enviadas e entregues. Os valores apresentados na Figura 5 são **cumulativos** (UNICEF,2025).



FIGURA 5-DISTRIBUIÇÃO DE SAQUETAS ENCOMENDADAS, ENVIADAS E ENTREGUES

Este mapa (figura6) mostra-nos as saquetas chegadas ao país, por tipo de país fornecedor, e verificamos que os programas representam a grande maioria deste fornecimento, apresentando uma percentagem de 66,2%, seguido dos 33,8% que representam as doações.



FIGURA 6-SAQUETAS CHEGADAS AO PAÍS

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

Verificamos que é em África onde mais saquetas de RUTF's chegam, em particular a Nigéria, Paquistão e Afeganistão, países aos quais chegaram maior número de saquetas, desde o início de 2022.

### 5. Objetivos do projeto

- Desenvolver uma fórmula acessível e eficaz de RUTF usando ingredientes de origem local;
- Melhorar o acesso a RUTF para crianças subnutridas;
- Assegurar a conformidade com as normas nutricionais da OMS e da UNICEF para o tratamento da SAM.
- Luta contra a SAM nos países africanos;

### 6. Composição Nutricional dos RUTF

Os requisitos, da *Guidelines for ready-to-use therapeutic foods CXG 95-2022*, de macronutrientes para a recuperação da SAM. O RUTF é formulado para fornecer uma densidade calórica de aproximadamente 520-550 kcal por 100g, com a seguinte distribuição de macronutrientes (FAO, WHO. 2023):

- Gordura: 45-60% (Essencial para armazenamento de energia e desenvolvimento do cérebro)
- Proteínas: 10-15% (essenciais para a recuperação muscular e função imunitária)
- Hidratos de carbono: 25-35% (Fornece energia imediata)
- Fortificação com micronutrientes: Vitaminas e minerais essenciais

Os RUTF são fortificados com micronutrientes essenciais, incluindo

- **Ferro** (10-14 mg/100g)
- **Zinco** (10-15 mg/100g)
- **Vitamina A** (0,8-1,1 mg/100g)
- **Ácido fólico e vitaminas do complexo B**



**Escola Superior  
Agrária**

Politécnico de Coimbra

ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA  
INSTITUTO POLITÉCNICO DE COIMBRA

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

O elevado teor de lípidos dos RUTF melhora a absorção dos nutrientes, em especial das vitaminas lipossolúveis. O processo de emulsificação assegura a homogeneidade e evita a degradação dos nutrientes (Javed et al., 2021).

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

### Parte III – Planeamento metodológico de resultados esperados

#### 1. Composição do RUTF

Para definir quais os ingredientes e quais as quantidades da composição do RUTF, foi seguido o *Guidelines for ready-to-use therapeutic foods CXG 95-2022* (Anexo I), onde está claro quais as imposições para o mesmo. Com base nos requisitos nutricionais para combater a desnutrição (e a recomendação para produtos terapêuticos como o RUTF), vamos ter as seguintes necessidades gerais por 100g:

- Energia: 500-550 kcal
- Proteínas: 10-12% do total da energia (12-16 g)
- Gorduras: 45-60% do total da energia (25-33 g)
- Carboidratos: 20-30% do total da energia (50-60 g)
- Vitaminas: Conforme especificado anteriormente no Anexo I
- Minerais: Conforme especificado anteriormente no Anexo I.

#### 2. Testes laboratoriais

De forma a chegar a uma resolução de produto e entender vários elementos (Composição, textura, teor de gordura, estado físico, entre outros), foram considerados, de acordo com os produtos localmente possíveis, produtos de formulação existentes em mercado e ainda das proximidades, os seguintes ingredientes:

Lista de produtos necessários: Amendoim/ pasta de amendoim; Óleo (colza, canola, coco, palma, soja); Farinha de grão-de-bico; Farinha de feijão mungo; Açúcar; Leite em pó e Pré-mix de vitaminas (Anexo III).

Assim, foram realizadas suposições, seguindo os dados nutricionais fornecidos pelo *website* do Instituto Ricardo Jorge (Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, 2025).

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

### 3. Determinação das Suposições

Com base nos requisitos nutricionais do RUTF, e na tabela do Anexo I, ajustamos as quantidades de cada ingrediente. Aqui estão as quantidades iniciais propostas:

#### Suposição 1

TABELA 10- SUPOSIÇÃO 1

Ingrediente	Quantidade (g)	Energia (kcal)	Proteínas (g)	Gorduras (g)	Carboidratos (g)
Pasta de Amendoim	35g	210	8,75	17,5	5,25
Óleo de Canola	12g	108	0	12	0
Grão-de-Bico	25g	40	2	0,625	6,75
Açúcar	15g	60	0	0	15
Leite em Pó	15g	75	3,75	4,05	5,7
Soro de Leite	5g	18	1,75	0.25	2,5
Total	107g	511 kcal	16,25 g	34,0 g	35,2 g

O produto atinge cerca de 511 kcal por 100g, que está dentro da faixa recomendada

Adicionar o Pré-Mix de Vitaminas e Minerais

- Vitamina A (Retinol): 0,8-1,1 mg
- Vitamina D: 15-20 µg
- Vitamina E: 20 mg
- Vitamina K: 15-30 µg
- Vitamina C: 50 mg
- Vitaminas do Complexo B: Como B1, B2, B3, B6, B9 e B12.
- Minerais: Como cálcio, ferro, magnésio, zinco, fósforo, potássio e sódio.

#### Suposição 2

- Pasta de amendoim
- Óleo de soja

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

- Grão-de-bico em pasta
- Soja em pasta (cozida)
- Açúcar
- Leite em pó
- Sorgo em pó
- Pré-mix de vitaminas

TABELA 11- SUPOSIÇÃO 2

Ingrediente	Quantidade (g)	Energia (kcal)	Proteínas (g)	Gorduras (g)	Carboidratos (g)
Pasta de Amendoim	38g	228	9,1	19,8	6,0
Óleo de Soja	14g	126	0	14	0
Grão-de-Bico em Pó	25g	95	5	1,5	15
Soja em Pasta	10g	45	3,6	2,0	3,0
Sorgo em Pó	10g	35	1,1	0,33	7,2
Açúcar	17g	68	0	0	17
Leite em Pó	8g	40	2	1,5	2,7
Total	122g	537 kcal	20,8 g	38,13 g	50,9 g

Energia: 537 kcal por 100g, agora está dentro da faixa de 500-550 kcal.

Proteínas: 20,8g, que ainda está muito acima da meta mínima de 12g de proteínas.

Gorduras: 38,13g, que está dentro da faixa de 25-33g, mas um pouco mais alta, o que é aceitável para garantir a energia.

Carboidratos: 50,9g, agora dentro da faixa recomendada de 50-60g.

A energia total foi ajustada para 537 kcal, o que está dentro da faixa ideal.

Agora a fórmula está dentro da faixa de energia recomendada de 500-550 kcal, com todos os macronutrientes ajustados de forma adequada. Isso deve garantir que o produto seja nutricionalmente equilibrado e eficaz para combater a desnutrição, com as quantidades de proteínas, gorduras e carboidratos bem distribuídas.

### Suposição 3

- Amendoim (pasta de amendoim)
- Óleo de Soja

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

- Grão-de-Bico em Pó
- Soja em Pasta
- Sorgo em Pó
- Açúcar
- Leite em Pó

Além disso, adicionaremos um pré-mix vitamínico e mineral para garantir que as quantidades mínimas de vitaminas e minerais sejam atendidas.

TABELA 12- SUPOSIÇÃO 3

Ingrediente	Quantidade (g)	Energia (kcal)	Proteínas (g)	Gorduras (g)	Carboidratos (g)
Pasta de Amendoim	28g	168	7.3	14.6	4.4
Óleo de Soja	12g	108	0	12	0
Grão-de-Bico em Pó	20g	76	4	1.2	12
Soja em Pasta	10g	45	3.6	2.0	3.0
Sorgo em Pó	10g	35	1.1	0.33	7.2
Açúcar	16g	64	0	0	16
Leite em Pó	6g	30	1.5	1.0	1.6
Pré-mix vitamínico	Ajustado	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>102g</b>	<b>526 kcal</b>	<b>17.5 g</b>	<b>31.13 g</b>	<b>44.2 g</b>

Energia: 526 kcal por 100g, dentro da faixa de 500-550 kcal.

Proteínas: 17.5g, acima da meta mínima de 12g.

Gorduras: 31,13g, dentro da faixa de 25-33g.

Carboidratos: 44,2g, abaixo da faixa ideal de 50-60g, mas ainda suficiente para fornecer calorias e energia adequadas.

A adição de um pré-mix vitamínico e mineral é crucial para garantir que o produto atenda às necessidades mínimas de vitaminas e minerais.

O produto está bem equilibrado em termos de energia, proteínas, gorduras e carboidratos, atendendo aos valores mínimos necessários.

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

### Suposição 4

TABELA 13- SUPOSIÇÃO 4

Ingrediente	Quantidade (g)	Energia (kcal)	Proteínas (g)	Gorduras (g)	Carboidratos (g)
Pasta de Amendoim	28g	168	7,3	14,6	4,4
Óleo de Palma	12g	108	0	12	0
Grão-de-Bico em Pó	20g	76	4	1,2	12
Soja em Pasta	10g	45	3,6	2,0	3,0
Sorgo em Pó	10g	35	1,1	0,33	7,2
Açúcar	16g	64	0	0	16
Leite em Pó	6g	30	1,5	1,0	1,6
Pré-mix vitamínico	Ajustado	-	-	-	-
Total	102g	526 kcal	17,5 g	31,13 g	44,2 g

Energia: 526 kcal por 100g, que ainda está dentro da faixa de 500-550 kcal.

Proteínas: 17,5g, acima da meta mínima de 12g.

Gorduras: 31,13g, que está dentro da faixa de 25-33g.

Carboidratos: 44,2g, ainda um pouco abaixo da faixa ideal de 50-60g, mas aceitável.

A mudança para óleo de palma não afeta significativamente a quantidade total de energia, proteínas e carboidratos.

A quantidade de gorduras saturadas foi aumentada devido à maior concentração no óleo de palma, o que pode ser uma consideração dependendo dos objetivos de saúde.

O pré-mix vitamínico e mineral ainda é essencial para garantir que as vitaminas e minerais necessários sejam fornecidos.

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

### Suposição 5

TABELA 14-SUPOSIÇÃO 5

Ingrediente	Quantidade (g)	Valor Nutricional
Pasta de Amendoim	34g	200,2 kcal 8,5g proteína 17g lipídios
Óleo de Canola	12g	106 kcal 0g proteína 12g lipídios
Grão-de-Bico	16g	61,92 kcal 3,04g proteína 1,6g lipídios
Feijão Mungo	4g	13,88 kcal 0,96g proteína 0,4g lipídios
Açúcar	6g	24 kcal 0g proteína 0g lipídios
Leite em Pó	8g	39,68 kcal 2,08g proteína 2,5g lipídios

O cálculo dos valores nutricionais foi realizado para todas as suposições, exemplificados no Anexo II, o cálculo de valores nutricionais totais por 100g da suposição 5.

#### 4. Formulações realizadas

Após realizadas as suposições na teoria, estas foram testadas em laboratório (Figura 7), em pequenas quantidades, sendo apenas estudados os macronutrientes sem a adição de qualquer complexo vitamínico.

Este trabalho prático foi realizado nas instalações laboratoriais da Escola Superior Agrária de Coimbra, pertencente ao Instituto Politécnico de Coimbra.

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR



FIGURA 7- FORMULAÇÕES TESTADAS EM LABORATÓRIO

### Formulação 1

Esta formulação foi realizada de modo a obter uma pasta, utilizando os produtos conhecidos e utilizados em produtos que já são comercializados. Através desta formulação, entendemos melhor a consistência idealmente pretendida.

Pasta de amendoim(47,9%) ;Óleo de girassol (24,6%); Leite em pó (15,6%); Açúcar(11,9%); Pré-mix de vitaminas

TABELA 15- PROPOSTA DE FORMULAÇÃO 1

Formulação 1 (100gr de produto final)	
Pasta de amendoim	45 gr
Óleo de girassol	20 gr
Leite em pó	15 gr
Açúcar	10 gr

Após a pesagem dos ingredientes, estes foram misturados de acordo com o seu estado físico. Misturaram-se todos os produtos líquidos e todos os produtos secos. Assim que estas misturas estavam prontas adicionaram-se os líquidos aos secos. Foram acondicionados em pequenos frascos para assim perceber o seu comportamento dentro de uma embalagem pequena. Após este acondicionamento, estes frascos foram submetidos a calor (banho-maria), durante 15 minutos de modo a verificar a degradação dos lípidos a temperaturas mais altas.

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

### Formulação 2

Esta formulação foi realizada de uma forma idêntica à formulação 1, a diferenciação passa por serem adicionados os produtos secos aos produtos líquidos, ao contrário da formulação 1. Com esta formulação, entendemos a consistência idealmente pretendida.

Pasta de amendoim(38,1%) ;Óleo de girassol (35,2%); Leite em pó (15,9%); Açúcar(10,8%); Pré-mix de vitaminas

TABELA 16- PROPOSTA DE FORMULAÇÃO 2

<b>Formulação 2</b> (100gr de produto final)	
Pasta de amendoim	45 gr
Óleo de girassol	20 gr
Leite em pó	15 gr
Açúcar	10 gr

Após a pesagem dos ingredientes, estes foram misturados de acordo com o seu estado físico. Misturaram-se todos os produtos líquidos e todos os produtos secos. Assim que estas misturas estavam prontas adicionaram-se os secos aos líquidos, para notar se existia uma forma mais fácil de mistura ou se alterava alguma característica do produto final. Foram acondicionados em pequenos frascos para assim perceber o seu comportamento dentro de uma embalagem pequena. Após este acondicionamento, estes frascos foram submetidos a calor (banho-maria), durante 15 minutos de modo a verificar a degradação dos lípidos a temperaturas mais altas.

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

### Formulação 3

Na formulação 3, foi alterada a fonte principal de gordura para perceber se havia alterações na consistência do produto.

Pasta de amendoim(46,7%) ;Óleo de coco (26,1%); Leite em pó (15,6%); Açúcar(11,6%);  
Pré-*mix* de vitaminas

TABELA 17- PROPOSTA DE FORMULAÇÃO 3

Formulação 3 (100gr de produto final)	
Pasta de amendoim	45 gr
Óleo de coco	25 gr
Leite em pó	15 gr
Açúcar	10 gr

Após a pesagem dos ingredientes, estes foram misturados de acordo com o seu estado físico. Misturaram-se todos os produtos líquidos e todos os produtos secos. Assim que estas misturas estavam prontas adicionaram-se os líquidos aos secos. Foram acondicionados em pequenos frascos para assim perceber o seu comportamento dentro de uma embalagem pequena. Após este acondicionamento, estes frascos foram submetidos a calor (banho-maria), durante 15 minutos de modo a verificar a degradação dos lípidos a temperaturas mais altas.

### Formulação 4

Já nesta formulação, foi acrescentada a farinha de grão-de-bico (proposta de estudos analisados anteriormente, pelo seu benefício nutricional).

Pasta de amendoim(32,3%) ; Grão-de-bico (23,3 %); Leite em pó (18,8%);  
Açúcar(14,4%); Óleo de girassol (11,2%); Pré-*mix* de vitaminas

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

**TABELA 18- PROPOSTA DE FORMULAÇÃO 4**

<b>Formulação 4 (100gr de produto final)</b>	
Pasta de amendoim	35 gr
Óleo de soja	12 gr
Farinha de grão-de-bico	25 gr
Açúcar	15 gr
Leite em pó	20 gr

### Formulação 5

A formulação 5, é idêntica à formulação 4, mas com a diferenciação da fonte principal de gordura, agora com o uso de óleo de palma.

Pasta de amendoim(33%) ; Grão-de-bico (23%); Leite em pó (18,2%); Açúcar(14,3%); Óleo de palma 11,5%); Pré-mix de vitaminas

**TABELA 19- PROPOSTA DE FORMULAÇÃO 5**

<b>Formulação 5 (100gr de produto final)</b>	
Pasta de amendoim	35 gr
Óleo de palma	12 gr
Farinha de grão-de-bico	25 gr
Açúcar	15 gr
Leite em pó	20 gr

Após a pesagem dos ingredientes, estes foram misturados de acordo com o seu estado físico. Misturaram-se todos os produtos líquidos e todos os produtos secos. Assim

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

que estas misturas estavam prontas adicionaram-se os líquidos aos secos. Foram acondicionados em pequenos frascos para assim perceber o seu comportamento dentro de uma embalagem pequena. Após este acondicionamento, estes frascos foram submetidos a calor (banho-maria), durante 15 minutos de modo a verificar a degradação dos lípidos a temperaturas mais altas.

Após estas experiências de comportamento de lípidos e consistência, seria ideal realizar ensaios físico-químicos, microbiológicos, de estabilidade e organolépticos para avaliar as formulações propostas. Estas análises seriam, como, ao teor de humidade; atividade de água; teor de proteínas, teor lipídico; teor energético; estabilidade de armazenamento e numa fase mais tarde análise sensorial.

### Análise Crítica

O desenvolvimento de RUTF constitui um desafio técnico e científico que exige equilibrar três dimensões fundamentais: qualidade nutricional e segurança alimentar, aceitabilidade sensorial e viabilidade económica local. A revisão bibliográfica evidenciou que estes alimentos devem apresentar elevada densidade energética e proteica, estabilidade lipídica, baixo risco microbiológico e garantia de inocuidade em relação a contaminantes, como as aflatoxinas frequentemente associadas ao amendoim. Além disso, a escolha da embalagem e das condições de armazenamento mostrou-se determinante para prolongar a vida útil e preservar micronutrientes sensíveis, como vitaminas A e E, em climas tropicais.

No contexto experimental, as formulações propostas permitem explorar diferentes estratégias já referidas:

As formulações que juntam o Amendoim com o óleo de girassol (Formulação 1 e 2), combinam um ingrediente amplamente utilizado em RUTF comerciais com um óleo rico em polinsaturados, o que favorece a aceitabilidade sensorial mas aumenta a suscetibilidade à oxidação lipídica.

A formulação 3, onde foi usado como fonte de gordura o Óleo de coco, tende a conferir maior firmeza( o que não é a consistência ideal) devido ao teor de gordura

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

saturada, podendo melhorar a resistência à oxidação, embora com impacto no perfil nutricional e na estabilidade lipídica a temperaturas diferentes.

A Inclusão de farinha de grão-de-bico (Formulação 4 e 5), reduz a dependência do amendoim, diversifica as fontes proteicas, diminui riscos de aflatoxina e custos de produção. Tal abordagem já é defendida em estudos recentes sobre formulações locais que integram leguminosas para aumentar valor nutricional e acessibilidade.

A embalagem multicamada deverá desempenhar um papel central na proteção contra oxidação e degradação vitamínica, como apontado em diversos estudos.

Do ponto de vista formativo, este processo contribuiu para consolidar competências de investigação aplicada, essenciais na área da engenharia alimentar.

Em síntese, espera-se que futuramente ensaios confirmem a viabilidade de pelo menos duas formulações promissoras: uma de referência (amendoim + girassol) e outra alternativa (com grão-de-bico), ambas adaptáveis ao contexto local. Recomenda-se ainda a inclusão de antioxidantes naturais para reforçar a estabilidade e para assegurar a sustentabilidade a longo prazo.

Ainda, é de notar que os RUTF são essenciais para salvar vidas, em situação de emergência, porém não são soluções a longo prazo. Será essencial programas de prevenção e políticas de nutrição, sendo importante realçar o papel da agricultura familiar e educação alimentar.

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

### Referências bibliográficas

- Ashraf, M., Mahmood, S., & Chaudhry, M. A. (2017). Effect of F-75, F-100 and RUTF (ready to use therapeutic food) Supplementation in Children with Severe Malnutrition. *Pakistan Journal of Medical and Health Sciences*, 11(1), 339–342.
- Collins, S., Dent, N., Binns, P., Bahwere, P., Sadler, K., & Hallam, A. (2006). Management of severe acute malnutrition in children. *The lancet*, 368(9551), 1992–2000. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(06\)69443-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(06)69443-9)
- Compact Food Solutions. (2024). *Products. Eezeepastenut-rutf*. <https://www.gcrieber-compact.com/products/eezeepastenut-rutf/> , acessado a 28 de abril de 2025.
- Devex. (2024). Organizations. Nutrivita-foods. <https://www.devex.com/organizations/nutrivita-foods-pvt-ltd-44751>, acessado a 29 de abril de 2025.
- Edafioghor, L. O., Ibeanu, V. N., Onodugo, N. G., & Okorie, I. (2025). Formulation and nutritional evaluation of ready-to-use therapeutic food using locally available food ingredients. *World Nutrition*, 16(1), 21–26. <https://doi.org/10.26596/wn.202516121-26>
- FAO, WHO. (2023) *GUIDELINES FOR READY-TO-USE THERAPEUTIC FOODS CXG 95-2022* Adopted in 2022 .Amended in 2023 . CXG 95-2022
- Fetriyuna, F., Purwestri, R. C., Jati, I. R. A. P., Setiawan, B., Huda, S., Wirawan, N. N., & Andoyo, R. (2023). Ready-to-use therapeutic/supplementary foods from local food resources: Technology accessibility, program effectiveness, and sustainability, a review. *Heliyon*, 9(12), e22478. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e22478>
- Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge.(2025). *Tabela da Composição dos Alimentos*.<https://portfir-insa.min-saude.pt/foodcomp/introduction>, acessado a 4 de junho de 2025.

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

- Javed, F., Jabeen, S., Sharif, M. K., Pasha, I., Riaz, A., Manzoor, M. F., Sahar, A., Karrar, E., & Aadil, R. M. (2021). Development and storage stability of chickpea, mung bean, and peanut-based ready-to-use therapeutic food to tackle protein-energy malnutrition. *Food Science and Nutrition*, 9(9), 5131–5138. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2479>
- Jayatissa, R. (2015). Community based management of severe acute malnutrition. *Handbook of Public Health in Natural Disasters*, 379–392. [https://doi.org/10.3920/978-90-8686-806-3\\_22](https://doi.org/10.3920/978-90-8686-806-3_22)
- Kaseba, A. N., Ramata, D., Pokpa, K., Laetitia, Y. K., Kabenga, G. K., & Sompwe, E. M.. (2023). *Literature Review on Ready-to-Use Therapeutic Foods in the Fight against Severe Acute Malnutrition in Africa: Modes of Access and Uses in Households*. *Clin Case Rep Int*. 2023; 7, 1490. <https://www.clinicalcasereportsint.com/open-access/literature-review-on-ready-to-use-therapeutic-foods-in-the-fight-against-9640.pdf>
- Mana.(2025). *Nourishing the world*. Mana Nutrition. <https://mananutrition.org/>, acedido a 23 de maio de 2025.
- Ntsama, P. M., Tsafack, J. J. T., Medoua, G. N., & Mbofung, C. M. F. (2020). Preparation of Ready to Use Supplementary Food for Treating Moderate Acute Malnutrition in Children Aged 6 to 59 Months. *IRA-International Journal of Applied Sciences (ISSN 2455-4499)*, 14(3), 22. <https://doi.org/10.21013/jas.v14.n3.p1>
- Nutriset. (2025). *Treatment of severe acute malnutrition*. F-100 Therapeutic milk. <https://nutriset.fr/en/products/f-100-therapeutic-milk-en/> , acedido a 14 de abril de 2025.
- Nutriset. (2025). *Products.PlumpyNut*. <https://Nutriset.fr/produits/plumpynut/> , acedido a 12 de maio de 2025.
- Nutriset.(2025). *IRD patent or « Accord d'usage » October 2010*. <http://www.Nutriset.fr/accordusage/index.php>, acedido a 11 de abril de 2025.

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

- Patents.(2025). *Food or nutritional supplement, preparation method and uses*.  
<https://patents.google.com/patent/US6346284B1/en?q=US6346284B1>,  
accedido a 22 de maio de 2025.
- Pletts, S., Latorre Prieto, M. A., Khatiwada, D., Fleet, A., & Gonzales, G. B. (2025).  
Systematic review of protein quality and n-6 and n-3 lipid profile of alternative  
ingredients for ready-to-use therapeutic foods (RUTF). *Trends in Food Science  
and Technology*, 156, 104883. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2025.104883>
- Potani, I., Spiegel-Feld, C., Brixi, G., Bendabenda, J., Siegfried, N., Bandsma, R. H. J.,  
Briend, A., & Daniel, A. I. (2021). Ready-to-Use Therapeutic Food (RUTF)  
Containing Low or No Dairy Compared to Standard RUTF for Children with  
Severe Acute Malnutrition: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Advances  
in Nutrition*, 12(5), 1930–1943. <https://doi.org/10.1093/advances/nmab027>
- Rachmadewi, A., Soekarjo, DD, Bait, BR, Suryantan, J., Noor, R., Rah, JH, & Wieringa,  
FT (2023). Ready-to-use therapeutic foods (Rutfs) based on local recipes are as  
efficacious and have a higher acceptability than a standard peanut-based RUTF:  
A randomized controlled trial in Indonesia. *Nutrients*, 15(14),  
<https://doi.org/10.3390/nu15143166>
- Saini, K., & Saini, K. (2020). Emerging Nutraceutical Companies in India-A Link  
between Food and Medicine. *Preprints*.  
<https://doi.org/10.20944/preprints202006.0348.v1>
- Schoonees, A., Lombard, M. J., Musekiwa, A., Nel, E., & Volmink, J. (2019). Ready-to-  
use therapeutic food (RUTF) for home-based nutritional rehabilitation of severe  
acute malnutrition in children from six months to five years of age. *Cochrane  
Database of Systematic Reviews*, (5).  
<https://doi.org/10.1002/14651858.CD009000.pub3>
- Segrè, J., Liu, G., & Komrska, J. (2017). Local versus offshore production of ready-to-  
use therapeutic foods and small quantity lipid-based nutrient supplements.  
*Maternal and Child Nutrition*, 13(4), e12376.  
<https://doi.org/10.1111/mcn.12376>

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

- UNICEF, WHO, & WORLD BANK. (2023). Level and trend in child malnutrition. *World Health Organization*, 4. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240073791>
- UNICEF. (2023). *Nutrition Supply Forum*. <https://www.unicef.org/supply/nutrition-supply-forum-2023> , acedido a 12 de maio de 2025.
- UNICEF. (2023). *UNICEF-WHO-The World Bank: Joint Child Malnutrition Estimates (JME) — Levels and Trends – 2023 edition.* <https://data.unicef.org/resources/jme-report-2023/>, acedido a 2 de maio de 2025.
- UNICEF.(2025)Nutrition Market Dashboard. <https://www.unicef.org/supply/rutf-market-dashboard>, acedido a 25 de março de 2025.
- Utah-Iheanyichukwu, Chioma, Ibeji, N. E., Oguizu, A. D., & Allison, T.-J. uaegwuchukwu. (2025). Evaluation of Sorghum-Oat-Soybean Ready-To-Use Therapeutic Food ( RUTF ) on Nutritional Recovery and Biochemical Profiles in Rats. *Journal of Agriculture, Aquaculture, and Animal Science* , 2(1), 7–14. <https://doi.org/10.69739/jaaas.v2i1.197>
- Valid Nutrition. (2024). <https://www.validnutrition.org/> , acedido a 26 de abril de 2025.



**Escola Superior  
Agrária**

Politécnico de Coimbra

ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA  
INSTITUTO POLITÉCNICO DE COIMBRA

## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

Anexos

**MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR**

Anexo I- Listagem nutricional de composição RUTF- *Guidelines for ready-to-use therapeutic foods CXG 95-2022*

CXG 95-2022

7

ANNEX

Table: Nutritional composition of RUTF

**Energy**

Unit	Minimum	Maximum	GUL
kcal/100 g	520	550	-

**Protein**

Unit	Minimum	Maximum	GUL
g/100 kcal	2.5	3.0	-

**Lipids**

Unit	Minimum	Maximum	GUL
g/100 kcal	5	7	-

**n-6 Fatty acids**

Unit	Minimum	Maximum	GUL
mg/100 kcal	330	780	-

**n-3 Fatty acids**

Unit	Minimum	Maximum	GUL
mg/100 kcal	110	280	-

**Vitamin A**

Unit	Minimum	Maximum	GUL
<sup>1)</sup> µg RE/100 kcal	145	308	-

<sup>1)</sup> 1 µg RE = 3.33 IU Vitamin A = 1 µg trans retinol. Retinol contents shall be provided by preformed retinol, while any contents of carotenoids should not be included in the calculation and declaration of vitamin A activity.

**Vitamin D**

Unit	Minimum	Maximum	GUL
<sup>2)</sup> µg/100 kcal	2.7	4.2	-

<sup>2)</sup> 1 µg calciferol = 40 IU vitamin D.

Two forms of vitamin D allowed in RUTF formulation are cholecalciferol (D3) and ergocalciferol (D2).

**Vitamin E**

Unit	Minimum	Maximum	GUL
<sup>3)</sup> mg α-TE /100 kcal	3.6	-	-

<sup>3)</sup> 1 mg α-tocopherol = 1 mg RRR-α-tocopherol (d-α-tocopherol)

<sup>4)</sup> 1 mg RRR-α-tocopherol = 2.00 mg all-rac-α-tocopherol (dl-α-tocopherol)

**Vitamin K**

Unit	Minimum	Maximum	GUL
µg/100 kcal	2.7	6	-

**Vitamin B1**

Unit	Minimum	Maximum	GUL
mg/100 kcal	0.09	-	-

Anexo I- continuação

CXG 95-2022

8

**Vitamin B2**

Unit	Minimum	Maximum	GUL
mg/100 kcal	0.29	-	-

**Vitamin C**

Unit	Minimum	Maximum	GUL
mg/100 kcal	9	-	-

**Vitamin B8**

Unit	Minimum	Maximum	GUL
mg/100 kcal	0.11	-	-

**Vitamin B12**

Unit	Minimum	Maximum	GUL
µg/100 kcal	0.29	-	-

**Folio Acid**

Unit	Minimum	Maximum	GUL
<sup>4)</sup> µg/100 kcal	35	-	-

<sup>4)</sup> 1 µg of folic acid = 1.7 µg of dietary folate equivalents (DFE)

**Niacin**

Unit	Minimum	Maximum	GUL
mg/100 kcal	0.91	-	-

**Pantothenic Acid**

Unit	Minimum	Maximum	GUL
mg/100 kcal	0.55	-	-

**Biotin**

Unit	Minimum	Maximum	GUL
µg/100 kcal	11	-	-

**Minerals**

**Sodium**

Unit	Minimum	Maximum	GUL
mg/100 kcal	-	55	-

**Potassium**

Unit	Minimum	Maximum	GUL
mg/100 kcal	200	308	-

**Calcium**

Unit	Minimum	Maximum	GUL
mg/100 kcal	55	151	-

Anexo I- continuação

CXG 95-2022

9

**Phosphorus**

Unit	Minimum	Maximum	GUL
mg/100 kcal	55	151	-

**Magnesium**

Unit	Minimum	Maximum	GUL
mg/100 kcal	15	45	-

**Iron**

Unit	Minimum	Maximum	GUL
mg/100 kcal	1.8	2.7	-

**Zinc**

Unit	Minimum	Maximum	GUL
mg/100 kcal	2	2.7	-

**Copper**

Unit	Minimum	Maximum	GUL
mg/100 kcal	0.25	0.35	-

**Selenium**

Unit	Minimum	Maximum	GUL
µg/100 kcal	3.6	8	-

**Iodine**

Unit	Minimum	Maximum	GUL
µg/100 kcal	13	27	-

Anexo II- Exemplo de cálculo de Valores Nutricionais Totais por 100g

Calorias Totais:

$$200,2+106+61,92+13,88+24+39,68=525,68\text{kcal}$$

Proteínas Totais:

$$8,5+0+3,04+0,96+0+2,08=14,58\text{g}$$

Proteínas (% do total de calorias):

$$(14,58 \times 4) \div 525,68 \times 100 = 11,22\%$$

Lipídios Totais (Gorduras):

$$17+12+1,6+0,4+0+2,5=33,5\text{g}$$






Lipídios (% do total de calorias):

$$(33,5 \times 9) \div 525,68 \times 100 = 57,2\%$$


## MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR

### Anexo III -Tabela informativa de produtos utilizados

TABELA 20-TABELA INFORMATIVA DE PRODUTOS USADOS

Imagem do rótulo do produto	Produto	Formulações onde foram usados	Energia por 100gr (Kcal)	Proteína por 100gr (gr)	Gorduras por 100gr (gr)
	<b>Feijão-mungo</b>		1365kj 323kcal	23,8	1,2
	<b>Óleo de girassol</b>	1 e 2	3397kj 826kcal	0	92
	<b>Óleo de soja</b>	4	3404kj 828kcal	0	92
	<b>Manteiga/pasta de amendoim</b>	1, 2, 3, 4 e 5	2630kj 629kcal	26	51
	<b>Pré-mix vitamínico</b>		-	-	-

**MESTRADO EM ENGENHARIA ALIMENTAR**

	<b>Óleo de coco</b>	3	3696 kj 899kcal	<0.5	100
	<b>Oleo de Colza</b>	_____	3700kj 900kcal	0	100
	<b>Grão-de-bico/ farinha de grão-de-bico</b>	4 e 5	1425kj 339kcal	19	6
	<b>Óleo de palma</b>	5	3700kj 900kcal	0	100