

**CENTRO PAULA SOUZA  
ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL CONSELHEIRO ANTÔNIO PRADO  
TÉCNICO EM BIOTECNOLOGIA**

Giovane Leal Paluco  
Guilherme Consani de Novais  
Lais Barbosa Rodrigues  
Larissa Isabela Artioli  
Wesley Barreto Alves

**Cará Energy**  
**Suplemento alimentar rico em carboidratos e ativos da cúrcuma**

**CAMPINAS**

**2023**

Giovane Leal Paluco  
Guilherme Consani de Novais  
Lais Barbosa Rodrigues  
Larissa Isabela Artioli  
Wesley Barreto Alves

**Cará Energy**  
**Suplemento alimentar rico em carboidratos e ativos da cúrcuma**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Escola Técnica Estadual Conselheiro Antônio Prado, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Técnico em Biotecnologia.

Orientador: Prof. Daniel Scabello Lourenço

**CAMPINAS**

**2023**

Giovane Leal Paluco  
Guilherme Consani de Novais  
Lais Barbosa Rodrigues  
Larissa Isabela Artioli  
Wesley Barreto Alves

**Cará Energy**

**Suplemento alimentar rico em carboidratos e ativos da cúrcuma**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Escola Técnica Estadual Conselheiro Antônio Prado, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Técnico em Biotecnologia.

Aprovado pela banca examinadora em 23 de junho de 2023

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Daniel Scabello Lourenço - ETECAP

Orientador

---

Prof. Mariangela Carnivalli Grippo - ETECAP

Coordenadora

## AGRADECIMENTOS

Ao orientador do projeto Prof<sup>o</sup> Daniel Lourenço, que nos deu todo apoio, ideias, dicas e nos encaminhou para a realização desse TCC. Nossos mais sinceros obrigado.

Aos professores que fizeram parte da nossa formação no curso Técnico em Biotecnologia, pela forma que compartilham seus conhecimentos.

Aos professores que foram nossos coorientadores nesse projeto, Prof<sup>a</sup> Paula Cristina da Silva Lima Fernandes, Prof<sup>a</sup> Josélia Cristina de Oliveira Moreira e Prof<sup>a</sup> Martha Maria Andreotti Favaro, pelas orientações nos laboratórios e sugestões.

Aos amigos Antonio Amstalden Rodrigues, Beatriz Leonardo Fernandes, Emilly Raquel Moreira Gama, Geovana Macarini Franco, Lívia Lombardi Silva e Rayza Marcolino da Silva, pela nossa trajetória até o fim do curso, ideias e conhecimentos compartilhados.

À instituição de ensino Escola Técnica Estadual Conselheiro Antônio Prado - ETECAP.

À coordenadora do curso Mariangela Carnivalli Grippo, pela aceitação do TCC e todo suporte prestado a nós.

## RESUMO

Carboidratos são importantes substratos energéticos para a contração muscular durante o exercício prolongado realizado sob intensidade moderada e em exercícios de alta intensidade e curta duração. Assim, a utilização de estratégias nutricionais envolvendo a ingestão de uma alimentação rica em carboidratos antes da prática de exercícios físicos aumenta as reservas de glicogênio, tanto muscular quanto hepático. Já a ingestão de carboidratos durante o esforço ajuda a manutenção da glicemia sanguínea e a oxidação destes substratos (Coggan, 1997; Costill e Hargreaves, 1992). Essa prática tem sido empregada ao longo das duas últimas décadas e está fundamentada em estudos que demonstraram uma correlação positiva entre as concentrações de glicogênio muscular pré-exercício e o tempo de manutenção do esforço. (Ahlborg et al., 1967; Bergström et al., 1967; Karlsson e Saltin, 1971).

A curcumina (diferuloilmetano) é um pó cristalino amarelo-alaranjado praticamente insolúvel em água e éter, porém solúvel em etanol, metanol, acetona, dimetilformoldeído, dimetilsulfóxido, clorofórmio e acetonitrila; e moderadamente solúvel em hexano, ciclohexano, tetracloroeto de carbono e tetrahidrofurano (GRYNKIEWICZ & SLIFIRSKI, 2012); sua estrutura é susceptível à degradação fotoquímica (TOMREN et al., 2007). E tem destaque em ações anti-inflamatórias, antioxidante, antidiabética, antitumoral, antiviral, antifúngica, antiparasitária e antibacteriana.

Nesse projeto contemplamos todo o processo de produção do suplemento, desde a obtenção do amido e identificação da concentração de curcumina, aos testes bioquímicos de caracterização de carboidratos, espectrofotometria até o encapsulamento para aumentar a biodisponibilidade das propriedades nutricionais do cará (*Dioscorea alata*) e das propriedades farmacológicas da cúrcuma (*Curcuma longa* L). Os métodos foram realizados sem compostos químicos, ou seja, foi sintetizada uma cápsula de forma totalmente orgânica. Visando o público alvo que são atletas e idosos que necessitam de uma dieta mais rica em carboidratos e de agentes antiinflamatórios e antioxidantes.

Palavras-chave: cará, cúrcuma, curcumina, carboidratos, *Dioscorea alata*, *Curcuma longa* L, amido, idosos, atletas.

## ABSTRACT

Carbohydrates are important energy substrates for muscle contraction during prolonged exercise performed at moderate intensity and in high-intensity, short-duration exercise. Thus, the use of nutritional strategies involves eating a diet rich in carbohydrates before exercising, increasing glycogen reserves, both muscular and hepatic. Carbohydrate intake during exercise helps maintain blood glucose levels and oxidize other substrates (Coggan, 1997; Costill and Hargreaves, 1992). This practice has been used over the last two decades and is based on studies that demonstrated a positive difference between pre-exercise muscle glycogen concentrations and effort maintenance time. (Ahlborg et al., 1967; Bergström et al., 1967; Karlsson and Saltin, 1971).

Curcumin (diferuloylmethane) is a yellow-orange crystalline powder practically insoluble in water and ether, but soluble in ethanol, methanol, acetone, dimethylformoldehide, dimethylsulfoxide, chloroform and acetonitrile; and moderately soluble in hexane, cyclohexane, carbon tetrachloride and tetrahydrofuran (GRYNKIEWICZ & SLIFIRSKI, 2012); its structure is susceptible to photochemical manipulation (TOMREN et al., 2007). It has anti-inflammatory, antioxidant, antidiabetic, antitumor, antiviral, antifungal, antiparasitic and antibacterial actions.

In this project we cover the entire supplement production process, from obtaining the starch and identifying the curcumin concentration, to biochemical tests for carbohydrate characterization, spectrophotometry to encapsulation to increase the bioavailability of the nutritional properties of yam (*Dioscorea alata*) and pharmacological properties of turmeric (*Curcuma longa* L). The methods were carried out without chemical compounds, that is, a capsule was synthesized completely organically. Aiming at the target audience, which are athletes and elderly people who have a diet richer in carbohydrates and anti-inflammatory and antioxidant agents.

Keywords: yam, turmeric, curcumin, carbohydrates, *Dioscorea alata*, *Curcuma longa* L, starch, elderly, athletes.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Estrutura molecular (Projeção de Fisher) da glicose (aldose) e frutose (cetose). .....	14
Figura 2 - Estrutura molecular (Projeção de Fisher) dos isômeros ópticos do gliceraldeído. Dextrogira (D) e levogira (L). .....	14
Figura 3 - Estrutura molecular da cetotriose (diidroxiacetona). .....	15
Figura 4 - Estrutura molecular da ribose. ....	15
Figura 5 - Estrutura molecular da desoxirribose. ....	16
Figura 6 - Estrutura molecular da glicose. ....	16
Figura 7 - Estrutura molecular (Projeção de Fisher) da frutose (isômero óptico). .....	17
Figura 8 - Estrutura molecular da sacarose. ....	18
Figura 9 - Estrutura molecular da lactose. ....	19
Figura 10 - Estrutura molecular da maltose. ....	20
Figura 11 - Estrutura molecular da rafinose. ....	20
Figura 12 - Estrutura da amilose ( $\alpha$ 1-4) e amilopectina ( $\alpha$ 1-6). ....	21
Figura 13 - Estrutura molecular do amido. ....	22
Figura 14 - Estrutura molecular do glicogênio. ....	22
Figura 15 - Estrutura molecular da celulose. ....	23
Figura 16 - Estrutura molecular da quitina. ....	23
Figura 17 - Sistema digestório humano. ....	24
Figura 18 - Microvilosidades. ....	25
Figura 19 - Transporte dos carboidratos para os enterócitos. ....	26
Figura 20 - Estrutura molecular da curcumina. ....	32
Figura 21 - Imagem 1: tubérculo do cará ( <i>Dioscorea alata</i> ) com casca e suco. ....	36

Figura 22 - Obtenção da massa de amido após processamento no liquidificador.	37
Figura 23 - Mecanismo de separação do amido (peneira sob béquer dentro do bowl de inox).	37
Figura 24 - Amido obtido através do processo de separação aquosa.	38
Figura 25 - Mecanismo de filtração a vácuo.	39
Figura 26 - Assadeira contendo o amido seco (após filtração a vácuo) preparado para a estufa.	39
Figura 27 - Cúrcuma ( <i>Curcuma longa</i> L) coletada.	40
Figura 28 - Cúrcuma obtida após o processo de desidratação.	41
Figura 29 - Espectrofotômetro, equipamento utilizado para a análise.	42
Figura 30 - Imagem 1: Solução alfa-naftol. Imagem 2: ácido clorídrico concentrado.	44
Figura 31 - Reativo de Benedict.	45
Figura 32 - Imagem 1: Reativo de Bial. Imagem 2: Ácido clorídrico concentrado.	46
Figura 33 - Reativo de Seliwanoff.	47
Figura 34 - Lugol (iodo).	48
Figura 35 - Pó do cará ( <i>Dioscorea alata</i> ), totalmente seco.	50
Figura 36 - Gráfico da curva analítica da curcumina.	52
Figura 37 - Teste de Molish: a presença de um anel violeta indica a presença de carboidratos.	53
Figura 38 - Teste de Barfoed: Imagem 1: foi o primeiro teste feito. Imagem 2: segundo teste feito, ambos com o mesmo resultado. Indicação de dissacarídeo.	54
Figura 39 - Teste de Benedict: foi-se repetido o teste por três vezes e obtido o mesmo resultado. Não apresenta açúcares redutores.	54

Figura 40 - Teste de Bial: foi-se feito por duas vezes na qual persistiu no resultado. Interpretado como hexose.....	55
Figura 41 - Teste de Seliwanoff: pela não alteração da cor interpretou-se como aldose e dissacarídeos.....	55
Figura 42 - Teste de Iodo: A1 após resfriamento apresentou amido por toda a amostra. A2 após resfriamento apresentou amido somente em algumas partículas. Interpretado como positivo para a presença de amido.....	56
Figura 43 - No béquer está o pó de cará com seu peso bruto (26,62g) e no vidro de relógio o peso para as capsulas (26g).....	57
Figura 44 - - No béquer está o pó de cúrcuma com seu peso bruto (21,62g) e no vidro de relógio o peso para as capsulas (2g).....	57
Figura 45 - Imagem 1: cápsulas de gelatina, tamanho nº3 utilizadas. Imagem 2: encapsuladora A3.....	58
Figura 46 - Suplemento alimentar em cápsulas.....	58
Figura 47 - A: Manitol, B: EMB e C: Caldo BHI.....	59
Figura 48 - Logotipo.....	60
Figura 49 - Tabela nutricional do produto com suas especificações.....	61
Figura 50 - Produto armazenado, com a logo (frente), tabela nutricional, modo de usar e indicações (verso).....	61

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação dos açúcares de acordo com o teor de sacarose. ....	18
Tabela 2 - Hidrolise de oligossacarídeos pela borda em escova (micovilosidades). .....	26
Tabela 3 - Composição de 100g de cará ( <i>Dioscorea alata</i> ). ....	30
Tabela 4 - Materiais e reagentes na obtenção do amido do cará ( <i>Dioscorea alata</i> ). .....	36
Tabela 5 - Materiais e reagentes utilizadas na filtração a vácuo e na transformação do pó do cará ( <i>Dioscorea alata</i> ). ....	38
Tabela 6 - Materiais e reagentes para desidratação da cúrcuma ( <i>Curcuma longa</i> L). ....	40
Tabela 7 - Concentrações nas soluções da curva analítica. ....	42
Tabela 8 - Medidas de absorvância de cada solução. ....	43
Tabela 9 - Resultados obtidos do cálculo da solução estoque. ....	51
Tabela 10 - Resultados obtidos do cálculo de absorvância do analito. ....	51
Tabela 11 - Resultados e interpretações dos testes de caracterização de carboidratos. ....	53
Tabela 12 - Dosagem das cápsulas. ....	56

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
1.1 Carboidratos	13
1.1.2 Monossacarídeos	13
1.1.2.1 Trioses (C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>3</sub> )	14
1.1.2.2 Pentoses (C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> )	15
1.1.2.3 Hexoses (C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> )	16
1.1.3 Oligossacarídeos	17
1.1.3.1 Dissacarídeos	18
1.1.3.2 Trissacarídeos	20
1.1.4 Polissacarídeos	21
1.2 Função dos carboidratos no organismo	24
1.3 Digestão, absorção e metabolismo	24
1.4 Fontes e ingestão	27
1.5 Carboidratos e as atividades físicas	27
1.6 Carboidrato na dieta dos idosos	29
1.7 Cará ( <i>Dioscorea alata</i> )	30
1.8 Cúrcuma ( <i>Curcuma longa L.</i> )	31
1.8.1 Curcumina	32
1.8.1.2 Atividade antioxidante	32
1.8.1.3 Atividade anti-inflamatória	33
<b>2 OBJETIVOS</b>	<b>35</b>
2.1 GERAL	35
2.2 ESPECÍFICOS	35
<b>3 PROPÓSITO</b>	<b>35</b>
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>36</b>
4.1 Extração dos carboidratos do cará ( <i>Dioscorea alata</i> )	36

4.1.1 Filtração a vácuo e transformação do amido do cará ( <i>Dioscorea alata</i> ) em pó	38
4.2 Desidratação da cúrcuma ( <i>Curcuma longa L.</i> )	40
4.3 Espectrofotometria	42
4.3.1 Preparo das soluções	42
4.4 Testes de caracterização de carboidratos	43
4.4.1 Teste de Molish	43
4.4.2 Teste de Barfoed	44
4.4.3 Testes de Benedict	44
4.4.4 Teste de Bial	46
4.4.5 Teste de Seliwanoff	47
4.4.6 Teste de Iodo	47
4.5 Encapsulamento	49
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>50</b>
<b>6 CONCLUSÃO</b>	<b>62</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>62</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Carboidratos

Conhecidos como açúcar ou sacarídeo, sendo originário do Latim *saccharum* e do grego *sakcharom*. Os carboidratos são poliidroxiáldeídos (aldose) ou poliidroxicetonas (cetose) que são substâncias liberadas após hidrólise.

Totalizam a mais abundante classe de biomoléculas do planeta, seu processo de oxidação é a principal fonte de abastecimento energético de seres não fotossintéticos. Além de garantir energia, atuam também como elementos estruturais da parede celular (DNA e RNA).

Nó século XII acreditava-se que o carboidrato servia somente como fonte energética, porém a partir de 1970 com avanço das técnicas de cromatografia, eletroforese e espectrometria foi possível observar a importância dessa molécula, como na sinalização entre células e entre interações de outras moléculas.

O princípio do estudo dos carboidratos está ligado a seu uso como adoçante (mel). No século XII alquimistas mouros fizeram referências ao açúcar da uva, conhecido hoje como glicose. Porém, as primeiras informações sobre o uso dos açucars vieram dos árabes persas.

Estudos mostram que Alexandre, o grande – o imperador Alexandre III da Macedônia (356-323 a.C) utilizou o açúcar obtido através da cana de açúcar (sacarose) na Europa, entretanto com a dificuldade no cultivo de cana de açúcar na região, se tornou uma opção alternativa na obtenção de açúcar, sendo trocado pela beterraba (glicose).

Os carboidratos são formados principalmente por (C) carbono, (H) hidrogênio e (O) oxigênio, por isso recebem a denominação de hidratos de carbono.

São classificados em três grupos de acordo com a quantidade de moléculas, sendo elas: monossacarídeos, dissacarídeos e polissacarídeos.

### 1.1.2 Monossacarídeos

São os açucars mais simples, sendo constituído de apenas uma unidade cênica, são sólidos cristalinos, incolores e solúveis em água.

O n° da fórmula geral ( $C_nH_nO_n$ ) podem variar de 3 a 7 carbonos (trioses, tetrose, pentoses, hexoses e heptoses), sendo os mais importantes as pentoses e hexoses.

São classificados em duas famílias de acordo com a posição da carbonila (C=O), podendo ser elas: aldoses e cetoses.

Uma aldose é caracterizada pelo grupo carbonila na extremidade da cadeia e uma cetose se caracteriza pelo grupo carbonila em qualquer parte da cadeia que não seja na extremidade.

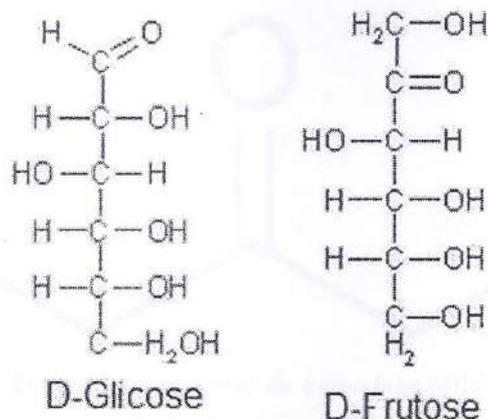


Figura 1 - Estrutura molecular (Projeção de Fisher) da glicose (aldose) e frutose (cetose).

Fonte: Tutor Brasil - 2020

### 1.1.2.1 Trioses ( $C_3H_6O_3$ )

Uma triose é um monossacarídeo formado por três átomos de carbono, uma aldotriose (gliceraldeído) e uma cetotriose (diidroxiacetona). As trioses são de suma importância para respiração.

Aldatriose (gliceraldeído) é um composto orgânico, sólido, cristalino e de sabor adocicado, sendo intermediário na metabolização dos carboidratos (glicólise).

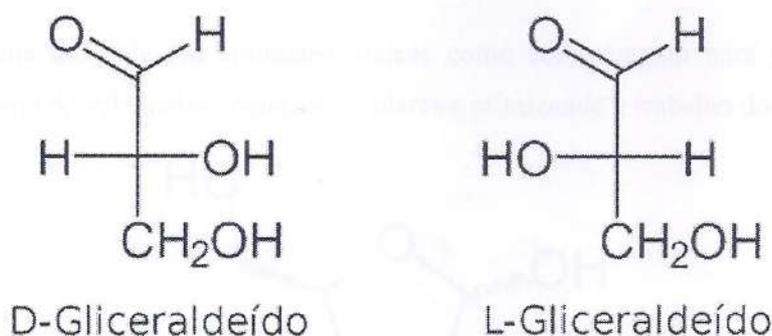
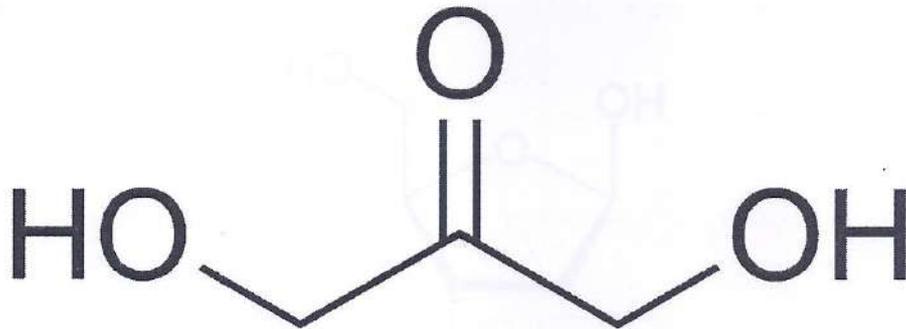


Figura 2 - Estrutura molecular (Projeção de Fisher) dos isômeros ópticos do gliceraldeído. Dextrogira (D) e levogira (L).

Fonte: InfoEscola - 2020

As cetotriose (diidroxiacetona) é derivada de fontes vegetais, como por exemplo a beterraba, sacarina e cana de açúcar. Ela tem participação no processo de glicólise e no ciclo de Calvin.



*Figura 3 - - Estrutura molecular da cetotriose (diidroxiacetona).*

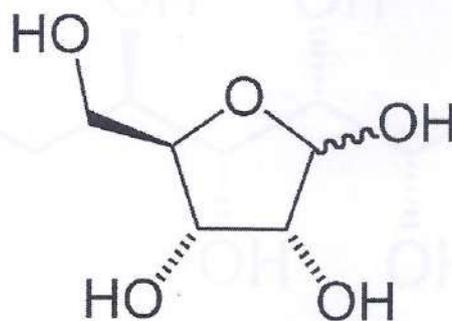
Fonte: Wikipédia - 2023

#### 1.1.2.2 Pentoses (C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>)

São glicídios simples compostos por cinco carbonos, sua importância é dada por conta da ribose e da desoxirribose que é responsável por ser um componente estrutural na formação do ácido ribonucleico (RNA) e do ácido desoxirribonucleico (DNA), respectivamente.

A ribose faz parte da estrutura do RNA e de variados nucleotídeos relacionados ao metabolismo (ATP, adenosina trifosfato que é principal molécula transportadora de energia dos seres humanos).

É comumente utilizada em atividades físicas como complemento para estimular a produção em imediato de ATP pelas células musculares e otimizando o trabalho dos músculos.

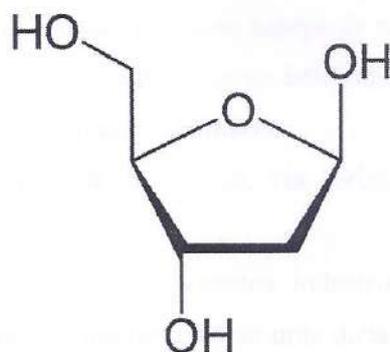


*Figura 4 - Estrutura molecular da ribose.*

Fonte: Wikipédia - 2023

A desoxirribose é derivado da ribose, constituído de cinco carbonos, tem grupo funcional aldeído na posição dois, resultando na perda de um átomo de oxigênio (C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>O<sub>4</sub>).

É a principal molécula na estrutura do DNA.



*Figura 5 - Estrutura molecular da desoxirribose.*

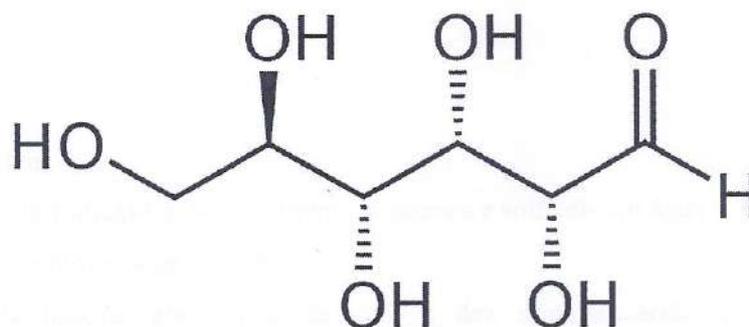
Fonte: Wikipédia - 2016

### 1.1.2.3 Hexoses (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>)

Sua função é principalmente energética, fornecendo energia para atividades metabólicas.

Separadas em três principais famílias, sendo elas: glicose e frutose.

A glicose se torna a maior fonte de energia ao ser metabolizada pelo corpo humano é um açúcar presente na uva, pêsego, maçã, laranja e etc. Doravante da glicose uma série de intermediários metabólicos pode ser suprida, como aminoácidos, nucleotídeos e ácidos graxos.



*Figura 6 - Estrutura molecular da glicose.*

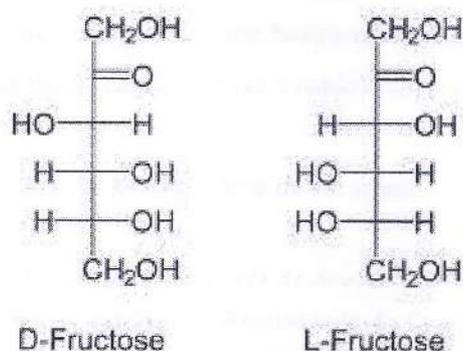
Fonte: InfoEscola - 2020

A frutose ou “açúcar da fruta”, também é encontrada em frutas, mel e em diversas raízes vegetais, muito utilizado em produtos industriais como xarope de milho ou xarope de frutose.

Está presente naturalmente em alimentos como: beterraba, cenoura, ervilha e feijão, sendo importante na função energética do corpo humano.

Sintetizada no organismo a partir da glicose, via sorbitol, sendo responsável pelo equilíbrio oxido-redutivo do corpo.

O excesso de frutose presentes nos alimentos industriais podem sobrecarregar o funcionamento do fígado, pois quando uma pessoa tem uma dieta rica em gorduras e fibras o fígado já com sobrecarga metaboliza a frutose com gordura.



*Figura 7 - Estrutura molecular (Projeção de Fisher) da frutose (isômero óptico).*

Fonte: Wikipédia - 2023

### 1.1.3 Oligossacarídeos

São glicídios hidrolisáveis, relativamente pequenos e solúveis em água e são a principal forma de transporte de hidratos de carbono.

Resultam da ligação glicosídica de dois a dez monossacarídeos, sendo então classificados em duas famílias que são os oligossacarídeos mais importantes e abastado da natureza que são os dissacarídeos (2 unidades de monossacarídeos) e s trissacarídeos (3 unidades de monossacarídeos).

### 1.1.3.1 Dissacarídeos

Os dissacarídeos são formados por dois monossacarídeos através da ligação glicosídica, essa ligação ocorre através do carbono anomérico de um monossacarídeo e qualquer outro monossacarídeo através das hidroxilas desses carbonos e com a saída de uma molécula de água.

Os mais importantes dissacarídeos são a sacarose, lactose e maltose.

A sacarose é popularmente conhecida com 'açúcar de mesa', constituída de uma molécula de glicose e uma de frutose unida entre si pela ligação glicosídica.

Tem rápida absorção pelo organismo, o que torna a sacarose uma ótima fonte de energia. A ação da enzima invertase através da hidrólise libera os monossacarídeos frutose e glicose.

Tendo sua origem vegetal é facilmente encontrada em beterraba e cana de açúcar.

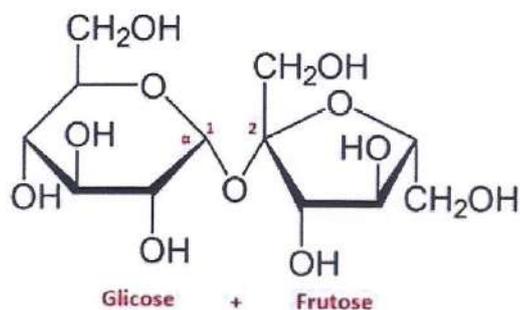
No Brasil seu processo de extração consiste basicamente a partir da extração do caldo de cana do açúcar, baseia-se em moer, filtrar e ferver o caldo e em seguida centrifugar o melado para a obtenção do açúcar.

O açúcar é classificado de acordo com o teor de sacarose:

*Tabela 1 - Classificação dos açúcares de acordo com o teor de sacarose.*

Fonte: Adaptado de Dissacarídeos - Reatividade de Compostos Orgânicos II e Biomoléculas - 2017

Classificação do açúcar de acordo com o teor de sacarose	
Classificação	Teor de sacarose
Açúcar cristal	99,30%
Açúcar refinado	98,50%
Açúcar moído	98%
Açúcar mascavo	90%
Açúcar em cubos	98%
Açúcar cande	99%



*Figura 8 - Estrutura molecular da sacarose.*

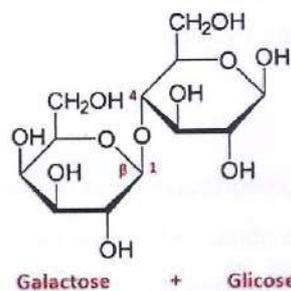
Fonte: TodaMatéria - 2020

A lactose é encontrada no leite ou em seus derivados é um açúcar redutor menos doce, conhecido popularmente como açúcar do leite. Sendo composto por um moléculo de galactose e uma de glicose.

É a fonte mais importante de energia para bebês e crianças, porém não tem o mesmo valor nutricional para os adultos, ela se apresenta em concentrações diferentes nos mamíferos, sendo em média 7,2% no leite humano e 4,7% no leite de vaca.

É um dissacarídeo hidrolisado pela enzima lactase, na qual libera monossacarídeo para absorção na corrente sanguínea.

A falta dessa enzima no nosso corpo pode causar desconfortos abdominais que é a principal causa pela intolerância a lactose. Sendo indicado a pessoas intolerantes a lactose que evitem o consumo de leite e seus derivados.

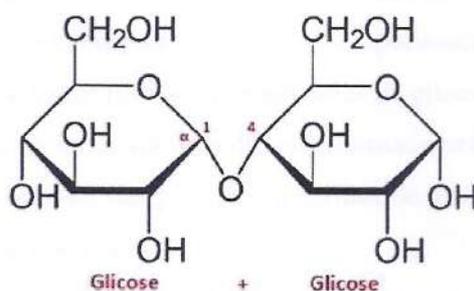


*Figura 9 - Estrutura molecular da lactose.*

Fonte: TodaMatéria - 2020

A maltose é formada por duas moléculas simples de glicose, não é encontrado na natureza. É obtido pelo processo de digestão, quando metabolizado as enzimas que quebram as enormes cadeias de amido em pedaços de maltose e em seguida em duas moléculas simples de glicose o que facilita a absorção no corpo.

É o principal componente do malte que é utilizado para a produção de cervejas.



*Figura 10 - Estrutura molecular da maltose.*

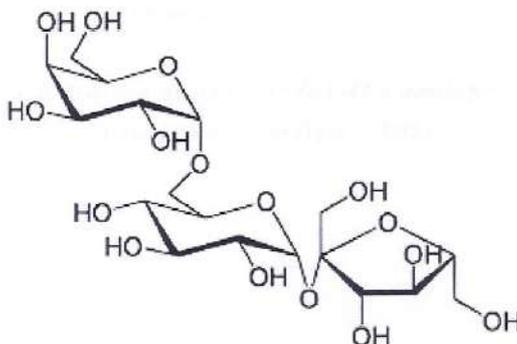
Fonte: TodaMatéria - 2020

### 1.1.3.2 Trissacarídeos

São compostos de três moléculas de monossacarídeos, o trissacarídeo mais comum é a rafinose que é composta por três principais moléculas, sendo elas a glicose, frutose e galactose.

A rafinose é encontrada em abundância na beterraba e em algumas leguminosas. A melezitose que também é um trissacarídeo é encontrado na seiva de algumas coníferas.

Pode ser hidrolisada em D-galactose e sacarose pela enzima  $\alpha$ -galactosidase, uma enzima que não pode ser encontrada no trato digestivo humano, ao ser hidrolisada, ela se torna uma fonte energética para o corpo.



*Figura 11 - Estrutura molecular da rafinose.*

Fonte: Wikipédia - 2021

### 1.1.4 Polissacarídeos

São carboidratos complexos formados por ilhares de unidades de monossacarídeos podendo ser cadeias lineares ou ramificadas, formadas por ligação glicosídica.

As principais funções biológicas são armazenar combustíveis e elementos estruturais, podendo ser divididos em três classes: amido, glicogênio, celulose e quitina.

O amido tem funções predominantemente energética em células vegetais (principalmente plantas verdes que fazem fotossíntese), estruturalmente o amido é um homopolissacarídeo por ser composto por dois outros polissacarídeos (amilose e amilopectina). A amilose é uma cadeia linear formada por unidades de glicose por ligação glicosídica ( $\alpha 1-4$ ), enquanto a amilopectina é uma cadeia ramificada formada pelas ligações  $\alpha 1-4$  e  $\alpha 1-6$ .

O amido é encontrado nas plantas em formas de grânulos, também em cereais como trigo, milho, cevada, centeio e sorgo.

Em cereais o amido representa de 40 a 90% de seu peso seco, em tubérculos é de 65 a 85%. Os mais conhecidos são arroz, mandioca, batata, trigo e cará.

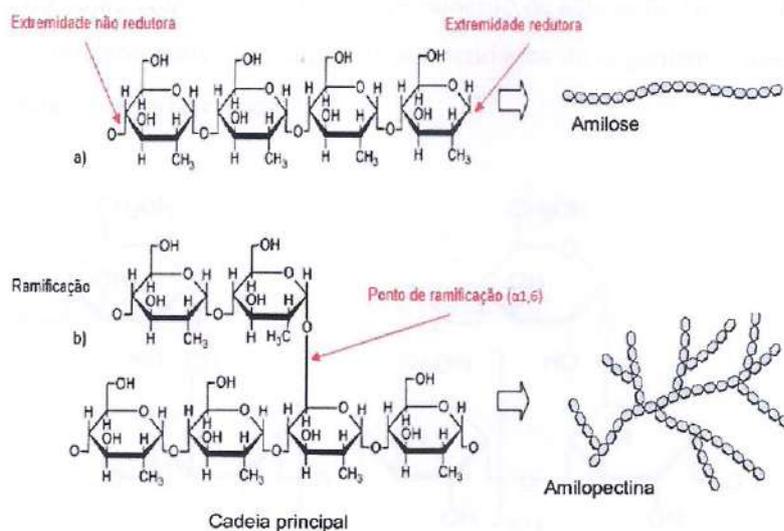


Figura 12 - Estrutura da amilose ( $\alpha 1-4$ ) e amilopectina ( $\alpha 1-6$ ).

Fonte: ResearchGate – 2021

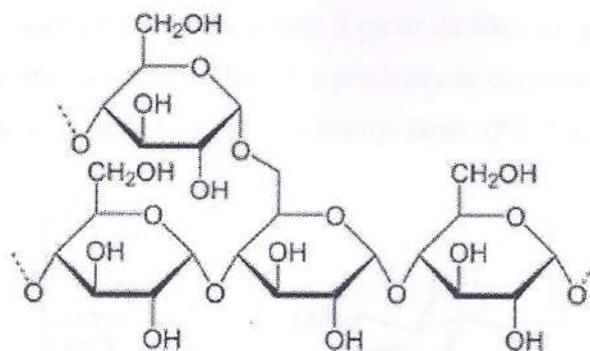


Figura 13 - Estrutura molecular do amido.

Fonte: Wikipédia - 2023

O glicogênio é um polissacarídeo de células animais e de fungos. Possui números bem maiores de ligações  $\alpha$ 1-6 o que torna sua cadeia longa e ramificada, são formados por unidades de glicose em ligação glicosídica.

Em uma refeição rica em carboidrato o glicogênio pode estar presente em 6% do peso do fígado e nos músculos essa reserva pode representar 0,7% do peso do tecido.

O glicogênio funciona como forma de armazenamento de açúcar no fígado, a produção e a metabolização são fundamentais para suprir as necessidades do organismo, que garante a manutenção de glicemia entre as refeições.

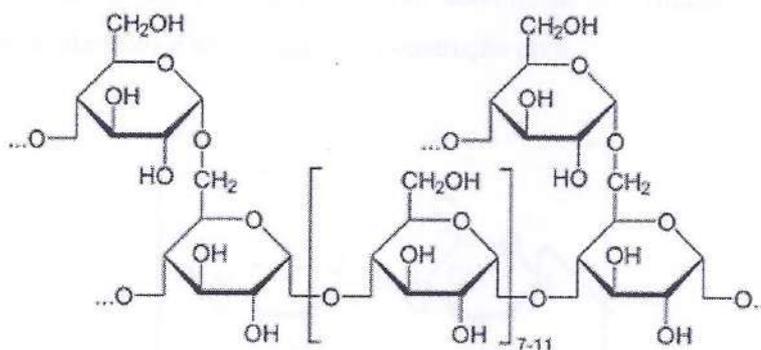


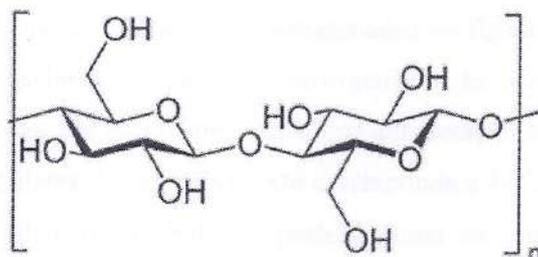
Figura 14 - Estrutura molecular do glicogênio.

Fonte: Wikipédia - 2021

A celulose é um monossacarídeo abundante na natureza e de função estrutural de células vegetais.

São polímeros de glicose formada por ligação  $\beta$ 1-4 que formam uma estrutura muito linear criando fibras insolúveis em água e não digeríveis por seres humanos.

Podem ser encontrados em diversos, como: a partir da fibra de árvores de eucalipto, pinheiro, algodão, bambu, entre outras. No Brasil, a produção de celulose representa um ativo para a economia brasileira, pois compõe o Produto Interno Bruto (PIB Nacional).



*Figura 15 - Estrutura molecular da celulose.*

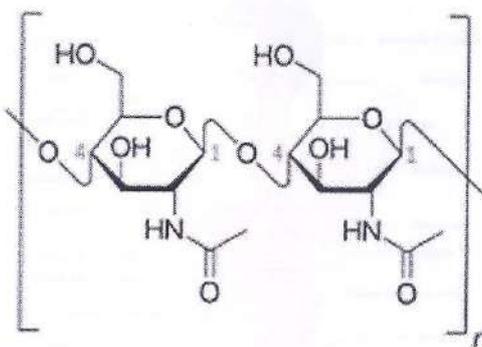
Fonte: Wikipédia - 2022

A quitina é um polissacarídeo estrutural linear formado por N-acetil-2-dioxi-D-glicopiranosose, ligado por ligação glicosídica  $\beta$ 1-4.

É um material biodegradável, insolúvel em água e em muitos outros solventes orgânicos.

A quitina é encontrada no exoesqueleto de crustáceos, na parede celular de fungos e em outros materiais biológicos.

Devido a sua resistência e meia vida curta, acredita-se que futuramente pode ser substituída no lugar de plásticos e empregadas na construção civil.



*Figura 16 - Estrutura molecular da quitina.*

Fonte: Wikipédia - 2023

## 1.2 Função dos carboidratos no organismo

Os carboidratos são as principais fontes de energia no organismo, deve-se consumir com frequência para suprir as necessidades energéticas do organismo. Uma alimentação com baixo teor de carboidratos pode causar irritabilidade, fraqueza e até depressão.

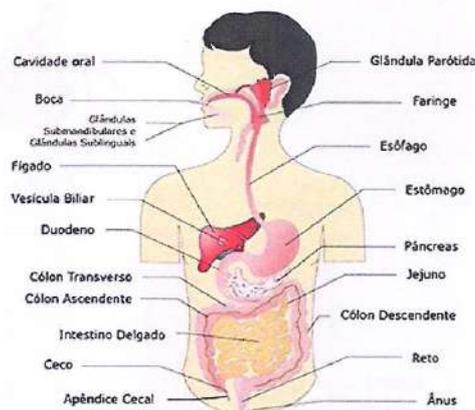
Em um adulto, 300g de carboidratos são armazenados no fígado e músculos forma de glicogênio 10g estão em forma de açúcar circulante no organismo. Essa quantidade corresponde a meio dia de atividades físicas, por isso é importante uma alimentação de carboidrato de forma moderada em intervalos regulares. 1g de carboidrato corresponde a 4kcal.

Os carboidratos regulam o metabolismo proteico, uma vez que os carboidratos são poupados como fonte energética e completam sua função de construção de tecidos.

A quantidade de carboidratos determina como será utilizado as gorduras como fonte de energia, na deficiência de glicose por conta de jejuns ou dietas restritivas, os lipídios serão oxidados fazendo com que libere uma quantidade alta de cetonas, causando acidose metabólica que podem levar ao coma ou a morte.

A correta consumação de carboidratos também está ligada ao funcionamento do sistema nervoso central. A falta de glicose sanguínea pode acometer danos irreversíveis ao cérebro. A celulose que é não digerível pelo homem auxilia na eliminação do bolo fecal além de absorver água para dar massa ao conteúdo intestinal.

## 1.3 Digestão, absorção e metabolismo



*Figura 17 - Sistema digestório humano.*

Fonte: NURI Eletrofisiologia Clínica - 2017

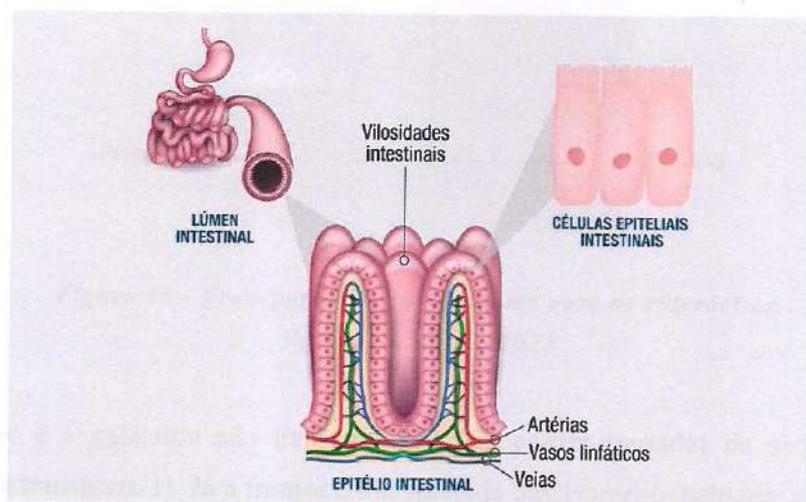
A digestão dos carboidratos depende de duas funções importantes, sendo elas a motora (mastigação, que consiste na trituração dos alimentos), e a função secretora (secreção das enzimas digestivas que hidrolisam os carboidratos).

Os carboidratos presentes nos alimentos, são encontrados como polissacarídeos (polímeros de monossacarídeos), na qual necessita da hidrólise (reação química, na qual uma molécula de água quebra esses polissacarídeos em monossacarídeos, facilitando a absorção).

O processo se inicia na boca (função motora) em relação com enzima alfa-amilase salivar, essa enzima em si só hidrolisa ligações glicosídicas, liberando maltose, maltotriose e dextrinas-alfa-limitadas.

Com a chegada no estômago e misturada com secreção gástrica formando o quilo, o pH cai para 4 fazendo com que seja inativada a amilase salivar e a digestão dos carboidratos podem ser interrompidas. Porém, chegando ao duodeno (intestino) o pH ácido é neutralizado pelo bicarbonato pela secreção pancreática, formando um pH alcalino. Nessa secreção vinda do pâncreas encontramos enzima alfa-amilase pancreática que somente hidrolisa maltose, maltotriose e dextrinas-alfa-limitadas, e se torna presentes também a sacarose e a lactose.

Contudo, ainda não é possível absorver esses carboidratos por ainda se tratarem de carboidratos complexos. As exoenzimas responsáveis por catalisar a hidrólise estão presentes no epitélio, na mucosa do intestino delgado principalmente no duodeno, as microvilosidades dos enterócitos que são as células que revestem a parede do intestino delgado, formando a borda em escovas.



**Figura 18 - Microvilosidades.**

Fonte: Active Caldic - 2021

Essas exoenzimas conseguem hidrolisar ligações glicosídicas das extremidades, liberando glicose, frutose e galactose desses oligossacarídeos.

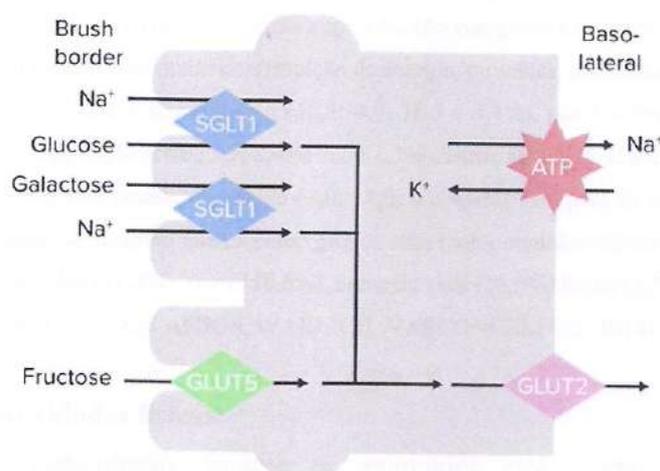
Dentre essas exoenzimas da borda em escova, temos:

**Tabela 2 - Hidrolise de oligossacarídeos pela borda em escova (microvilosidades).**

Fonte: Adaptado de Digestão e absorção de carboidratos | MK Fisiologia - 2021

Hidrolise dos oligossacarídeos a partir da exoenzima		
Oligossacarídeos	Catalisador (exoenzima)	Hidrolise
Dextrina	Isomaltase	Glicose
Maltose e Maltotriose	Maltase	Glicose
Sacarose	Sacarase	Glicose e Frutose
Lactose	Lactase	Glicose e Galactose

Após esse processo, a glicose, galactose e frutose podem ser absorvidas pelo organismo, sendo transportadas por proteínas transportadoras e específicas presentes na membrana apical dos enterócitos que é uma membrana voltada para o lúmen do tubo digestório, esse processo ocorre no próprio intestino delgado, principalmente no duodeno.



**Figura 19 - Transporte dos carboidratos para os enterócitos.**

Fonte: Lecturio - 2022

A glicose e a galactose são transportadas pelo co-transportador de sódio SGLT1 (Sodium-glucose transporte 1). Já a frutose é transportada passivamente pelo que chamado de difusão facilitada, através dos transportador GLUT5 (Glucose-transporter).

Na membrana baso-lateral a glicose, a frutose e galctose, podem deixar os enterócitos em direção aos capilares sanguíneos podem ser transportadas pelas proteínas GLUT2.

Uma vez absorvidos, esses monossacarídeos podem ser captados pelas células do organismo e metabolizados para garantir energia.

#### 1.4 Fontes e ingestão

Carboidratos não estão limitados apenas a pães e massas, frutas, verduras derivados do leite também são alimentos ricos desse nutriente. Os vegetais possuem uma grande fonte de carboidratos, uma vez que produzem fotossíntese para armazenar carboidratos como sua fonte de energia.

Ao ingerir vegetais essa energia armazenada é colocada em uso no organismo, mesmo que a proteína e a gordura possam ser utilizadas para produzir energia ao corpo, os carboidratos são as formas mais fáceis e preferidas do organismo.

Uma alimentação correta dos carboidratos é essencial para garantir energia estável e o bom funcionamento do organismo. As necessidades de carboidratos são de 6 a 7g por quilo, tendo em vista que numa alimentação 50 a 65% de refeição deve conter carboidratos.

Ao analisar os dados segundo a contribuição energética e de macronutrientes, os cinco alimentos com maior contribuição de energia, proteínas, carboidratos e lipídeos, nessa ordem são: o arroz branco (10,5; 4,0; 16,3 e 3,4%), pão francês (7,5; 5,6%; 10,7 e 2,4%), feijão preto (5,7; 8,4%; 7,2 e 1,3%), carne assada (4,2; 8,6; 0 e 9,5%) e frango ensopado, cozido ou assado (3,0; 11,0; 0 e 4,0%). (...) para os grupos de alimentos, pode-se observar que os cinco grupos com maior contribuição na ingestão energética são pães (11,2%), arroz (10,6%), carne de vaca (10,0%) feijão (5,7%) e açúcar (5,3%). (SOUZA, DOS ANJOS, WARLICH, VASCONCELLOS, 2014).

#### 1.5 Carboidratos e as atividades físicas

A ingestão de carboidratos durante os exercícios está diretamente ligada ao desempenho, observado pela capacidade de melhorar ou manter o trabalho. O aumento de tempo das atividades físicas está relacionado a utilização dos carboidratos como fonte de energia no final do exercício, devido a sua disponibilidade através da glicemia ou pelo aumento na disponibilidade do glicogênio muscular.

A liberação da glicose hepática é reduzida quando os carboidratos são consumidos durante os exercícios físicos, este fato pode ser atribuído aos efeitos do metabolismo no fígado, também deve-se atribuir esse fato na ação do exercício, uma vez que o exercício induz a liberação de adrenalina e glucagon, pois ambos aceleram a liberação de glicose hepática. O aumento na

ingestão de carboidratos durante as atividades físicas, aumentam a captação de glicogênio muscular.

Ingerir carboidratos promove uma redução na concentração de ácidos graxos livres (AGL) durante os exercícios prolongados, demonstram uma diminuição de gordura como fonte de energia. Quanto a ingestão de carboidratos antes das atividades físicas, indica um aumento na produção de energia, isso se dá por conta da insulina plasmática, na qual inibe a o metabolismo lipídico e não secreta gordura e estimula o metabolismo glicídico que aumenta a captação de glicose sanguínea nos músculos. Acredita-se que maior pico de oxidação e/ou captação de carboidratos é no final dos exercícios entre 1 e 1,2g por minuto.

Basicamente a limitação está relacionado a cada organismo de acordo com o processo de absorção, digestão e metabolização e quantidade dos carboidratos ingeridos. O musculo esquelético treinado tem mais facilidade de oxidar as glicoses durante os exercícios, principalmente no aumento de insulina e glicose, este fato está relacionado ao aumento da densidade da capilarização dos músculos, aumento nas proteínas transportadoras e nas atividades de enzimas responsáveis pelo metabolismo da glicose.

O consumo apropriado de carboidratos é essencial para a otimização de estoque de energia e glicogênio muscular. Além, disso as ingestões dos carboidratos podem atenuar alterações negativas no sistema imune devido ao exercício.

As recomendações de carboidrato para atletas são de 6-10g/kg de peso corporal por dia ou 60-70% da ingestão energética diária<sup>1,13</sup>; entretanto, a necessidade individual dependerá do gasto energético, da modalidade esportiva, do sexo e das condições ambientais<sup>1</sup>. O reparo e crescimento muscular e a relativa contribuição no metabolismo energético são exemplos que confirmam a relevância do adequado consumo protéico para indivíduos envolvidos em treinamento físico diário<sup>14</sup>. As recomendações da ingestão diária de proteínas para atletas consistem em 1,2-1,7g/kg de peso corporal ou 12%-15% do consumo energético total. (...) em uma dieta de 2000kcal, por exemplo, a recomendação de 60% de carboidrato a uma atleta de 60kg pode representar um fornecimento de carboidrato insuficiente (apenas 4-5g/kg) para proporcionar adequada reserva de glicogênio muscular. (PANZA, COELHO, DI PIETRO, ASSIS, VASCONCELOS, 2007).

É confirmado que a infusão intravenosa de glicose, ela é utilizada mais rapidamente para a produção de energia do que quando ingerida vira oral, porém uma parte da glicose inserida não é utilizada para a produção de energia, o que nos sugere uma limitação na qual

acredita-se estar relacionado ao fígado. Se o fígado recebe grandes quantidades de glicose, ele diminui a velocidade de metabolização da glicose e sua liberação para circulação.

Glicose, sacarose e maltodextrinas tem efeitos semelhantes no organismo. A frutose devido sua baixa velocidade de absorção pode desconfortos gastrointestinais e prejudicar o desempenho durante as atividades físicas.

Os efeitos benéficos da ingestão de carboidratos são mais evidentes durante a fase final dos exercícios físico. Portanto a ingestão de carboidratos aproximadamente 30 minutos antes do ponto de fadiga produz um aumento no tempo de instalação da fadiga. Quando comparada com a ingestão de carboidratos imediatamente antes da instalação da fadiga não apresentam os mesmos resultados no desempenho. Retardar a ingestão de carboidratos até a parte final dos exercícios, mesmo que eleve a glicemia e a disponibilidade carboidratos para oxidação, não configura uma melhoria no desempenho.

#### **1.6 Carboidrato na dieta dos idosos**

Com o envelhecimento, o corpo humano tende a lidar com as mudanças no metabolismo, o que influencia na absorção de macronutrientes e mudanças fisiológicas.

Os idosos podem ter alterações na curva glicêmica similar aos diabéticos, onde é indicado o consumo de carboidratos ricos em fibras e com baixo índice glicêmico.

Deve-se restringir sacarose e farinha refinadas na qual está relacionado com constipação intestinal, diabetes e câncer de cólon, Dar preferencias a carboidratos complexos como grãos, massas, tubérculos, frutas e vegetais. Alimentos ricos em fibra na qual diminui a flatulência e regulariza o intestino.

Considerando o metabolismo dos idosos e em suas rotinas, acreditamos que a ingestão de carboidratos para realizar suas tarefas ou até mesmo em atividades físicas seja essencial. Deve-se lembrar na instalação da fadiga mais rapidamente e no consumo de água, então uma alimentação de carboidratos antes e durante as atividades são de suma importância.

### 1.7 Cará (*Dioscorea alata*)

Como parte dos objetos de estudos da elaboração desse projeto, foi escolhido o cará (*Dioscorea alata*), que é um alimento rico em carboidratos, além de auxiliar em outros aspectos clínicos.

O cará (*Dioscorea alata*) é originário da África e chegou ao Brasil no período de escravidão ainda no século XVI, pertence ao gênero *Dioscorea* que tem mais de 600 espécies e faz partes dos alimentos que garantem uma alimentação nutritiva, rico em amido e vitaminas B1, B2, B3 e B6.

É uma planta herbácea trepadeira com tubérculos subterrâneos, cule volúvel e suas folhas tem formato de ponta-de-faca. Sua casca se parece com a da mandioca com a diferença que é mais arredonda. Ao descascar, sua parte interna tem coloração branca-amarelada ttextura escorregadia e grudenta.

O cará é uma planta tropical, se desenvolve em temperaturas mais altas e ar úmido O solo deve ser arenoso, com boa drenagem, matéria orgânica e capacidade de retenção de umidade.

*Tabela 3 - Composição de 100g de cará (Dioscorea alata).*

Fonte: Adaptado de Cará – Portal São Francisco - 2015

Composição em 100g de cará ( <i>Dioscorea alata</i> )	
Nutriente	Quantidade
Calorias	135
Proteínas	2,3 g
Cálcio	28 mg
Fósforo	52 mg
Ferro	2,9 g
Vitamina A	30 mg
Vitamina B1	0,04 mg
Vitamina B2	0,02 mg
Vitamina C	35 mg

g - quantidade em gramas

mg - quantidade em miligramas.

O cará auxilia na perda de peso, uma vez que cerca de 100g contém 2,6g de fibras, as fibras aumentam a saciedade e na melhora do funcionamento gastrointestinal, ajudando na perda de peso.

Tem sua contribuição no sistema imunológico, por conter amido resistente, é uma substância que reduz inflamações, elimina toxinas e evita infecções de fungos, bactérias, fungos e vírus.

Devido ao seu alto teor de carboidratos ele se torna uma fonte de energia muito rica, na qual contribui para exercícios físicos e outras rotinas.

Deve-se atentar na quantidade de carboidratos ingeridas, uma vez que o excesso desse nutriente resulte no aumento de glicose e gordura presente no sangue, podem desencadear diabetes, obesidade, acúmulo de gordura no fígado, AVC, doenças cardíacas, má circulação e câncer.

A combinação de amidos resistentes e fibras atuam no controle glicêmico do corpo humano, ajudando a absorção de açúcar no corpo humano, servindo como um “controlador natural” e sendo uma opção nas dietas de diabéticos ou pessoas pré-dispostas.

### **1.8 Cúrcuma (*Curcuma longa L.*)**

A cúrcuma (*Curcuma Longa L.*) originária da Ásia, é uma planta herbácea pertence à família Zingiberaceae, possui aplicação universal na culinária quando apresentada em pó. Foi introduzida no Brasil em 1980, hoje pode ser encontrado em diversos estados brasileiros.

Tem como características caules flexíveis, não lenhosos e perene. Podem chegar até 1,5m de altura, tem sabor pungente e picante.

Possui um rizoma (caule que cresce de forma horizontal de baixo do solo), de cor amarelo-avermelhado. A rizoma da cúrcuma é a parte mais utilizada da planta, podendo ser consumido fresco, em pó e desidratado.

A cúrcuma (*Curcuma longa L.*) tem diversos compostos ativos, dentre eles a curcumina, na qual é também nosso objeto de estudo.

### 1.8.1 Curcumina

A curcumina 1,7 - bis (4-hidroxi-3-metoxifenil)-1,6-heptanodieno- 3,5-diona, também designada diferuloilmetano tem utilidades medicinais, dada que tem efeitos antibacterianos, antivirais, antioxidante, antimicrobiana, antiparasitária, anti-inflamatória.

Diversos medicamentos utilizados atualmente derivam da medicina Ayurveda (sistema medicinal característico da Índia Antiga). Na prática ayurvédica, a curcumina é utilizada pelas suas ações digestivas, como carminativo, imunizante, antialérgico, antimicrobiano, estimulante, anti-inflamatório, cicatrizante, antioxidante, ou ainda pela sua atuação em doenças respiratórias (asma, bronquite e alergias) e em outros transtornos, como anorexia, doenças hepáticas e sinusite. (CARNEIRO, 2009)

Na qual dos benefícios citados, para a elaboração do projeto visamos as ações anti-inflamatória e antioxidante.

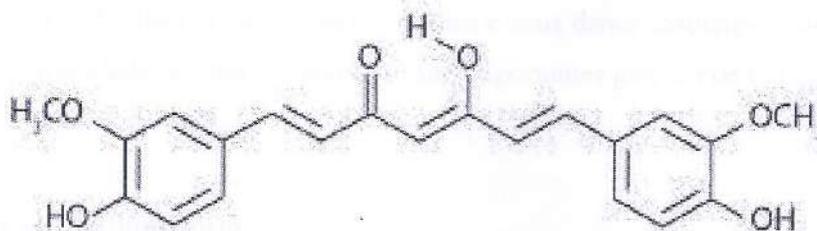


Figura 20 - Estrutura molecular da curcumina.

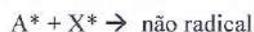
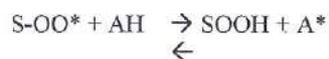
Fonte: Wikipédia - 2023

#### 1.8.1.2 Atividade antioxidante

Antioxidante são substâncias que retardam as reações de degradação oxidativa, podendo apresentar diferentes propriedades protetivas e agir em diversas etapas do processo oxidativo.

Grande parte dos antioxidantes naturais podem ser classificados em dois compostos, o fenol e  $\beta$ -dicetona. A curcumina é um dos poucos antioxidantes que aparesnetam os dois compostos na mesma molécula, podendo apresentar a capacidade de captura de radícula e atividade antioxidante em cadeia.

Não se tem conhecimento total da ação antioxidante da cúrcuma, porém o processo não enzimático de um composto fenólico ocorre da seguinte maneira:



Onde S é a substância oxidada, AH é o antioxidante fenólico, A\* é o radical antioxidante, e X\* é outra espécie radical ou a mesma espécie que A\*. Enquanto a primeira reação é reversível, a segunda é irreversível e deve produzir compostos terminais radicais estáveis. A elucidação estrutural dos compostos terminais pode contribuir significativamente para a compreensão do mecanismo antioxidante do grupo fenólico. Foi recentemente demonstrado que a dimerização é um processo de terminação principal da reação radical da própria curcumina. (ITOKAWA H, SHI Q, AKIYAMA T, MORRIS-NATSCHKE SL, LEE KH, 2008)

O efeito antioxidante da curcumina pode eventualmente resultar na remoção de radicais livres biológicos, devido a sua capacidade de doar elétrons ou átomos de hidrogênio, a curcumina estabiliza as reações de peroxidação lipídica e seus danos celulares. Também está relacionado a sua capacidade de quelar metais que são importantes gerador de radicais livres e atuam no processo neurodegenerativo.

### 1.8.1.3 Atividade anti-inflamatória

A curcumina inibe o metabolismo do ácido araquidônico, atividades da ciclooxigenase e lipoxigenase, citocinas (interleucinas e fator de necrose tumoral), fator nuclear  $\kappa\text{B}$  (NF- $\kappa\text{B}$ ) e liberação de esteróides. A curcumina estabiliza as membranas lisossomais e provoca o desacoplamento da fosforilação oxidativa. Possui também uma forte atividade de eliminação de radicais de oxigênio, o que confere propriedades antiinflamatórias. (ITOKAWA H, SHI Q, AKIYAMA T, MORRIS-NATSCHKE SL, LEE KH, 2008)

Estudos indicaram que a ação anti-inflamatória da cúrcuma se dá pela presença dos grupos fenólicos, pois garante a regulação negativa dos fatores de transcrição do processo inflamatório entre eles o NF- $\kappa\text{B}$  (Fator Nuclear Kappa B) e o AP1 (proteína ativadora).

Esses dois fatores têm papel fundamental na resposta inflamatória, pois são reguladores críticos e na indução da expressão das quimiocinas e citocinas, que conseqüentemente atrem e ativam as células do sistema imune.

A curcumina atua por diversos mecanismos anti-inflamatórios em vários locais ao longo da via inflamatória.

Devido ao seu poder anti-inflamatório, já existem diversos estudos para tratamento de doenças como: Alzheimer, Parkinson, esclerose múltipla, depressão, epilepsia, pancreatite, câncer, doença 46 cardiovascular, diabetes, doenças alérgicas, asma, doença inflamatória intestinal, artrite reumatoide, osteoartrite psoríase, esclerodermia e doenças renais.

Uma pesquisa publicada pela revista *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* a cúrcuma pode auxiliar na recuperação muscular e até no desempenho dos exercícios. Isso se deve a curcumina que contribui para redução de inflamações e estresses oxidativos, redução também nos danos musculares e melhora na recuperação.

No estudo eram dados dose de 180 e 500mg por um período curto de dias ou após exercícios intensos. Foi considerado um suplemento promissor mas deve-se ter cautela quanto as recomendações e dosagens.

Por se tratar de uma "medicina alternativa", o cuidado com a dosagem de cúrcuma é redobrado. Uma pesquisa feita pela USP e publicada na revista FAPESP mostra ensaio em cultura de ovários de hamster chinês, após tratar as células com um quimioterápico, os pesquisadores aplicaram em três grupos de células concentrações diferentes de curcumina. As doses menores de 2,5 a 5 microgramas de curcumina por milímetro teve um efeito antimutagenico, enquanto doses mais alta de 10 micrograma de curcumina por milímetro, teve efeito contrário: mais mutações do que as células não tratadas com curcumina.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 GERAL

Extração e liofilização dos carboidratos presentes cará (*Disocorea alata*). Desidratação e obtenção do pó da cúrcuma (*Curcuma longa L*), a fim da utilização da curcumina como agentes farmacológicos no suplemente alimentar.

### 2.2 ESPECÍFICOS

- ✓ Extração e liofilização dos carboidratos presentes no cará (*Dioscorea alata*);
- ✓ Desidratação e obtenção do pó da cúrcuma (*Curcuma longa L*), visando as suas propriedades farmacológicas (curcumina);
- ✓ Análises laboratoriais, como: espectrofotometria (concentração de curcumina) e testes de confirmação de carboidratos (caracterização do carboidrato obtido a partir da extração do cará (*Disocorea alata*));
- ✓ Encapsulamento, capsulas de 30mg;
- ✓ Atingir o público alvo, idosos e atletas;

## 3 PROPÓSITO

Pensando na dieta de atletas de alto rendimento que necessitam de uma maior quantidade de carboidrato no seu dia a dia para a realização de suas atividades físicas e na recuperação muscular após treinos intensos na qual o ativo responsável está presente na curcumina.

Para os idosos é tanto um suplemento energético quanto estrutural, devido a idade avançada uma dieta rica em carboidratos é de suma importância para a alimentação dos idosos e por suas fragilidades ósseas e estruturais foi escolhido a curcumina com as ações anti-inflamatórias e antioxidantes.

#### 4 MATERIAIS E MÉTODOS

##### 4.1 Extração dos carboidratos do cará (*Dioscorea alata*)

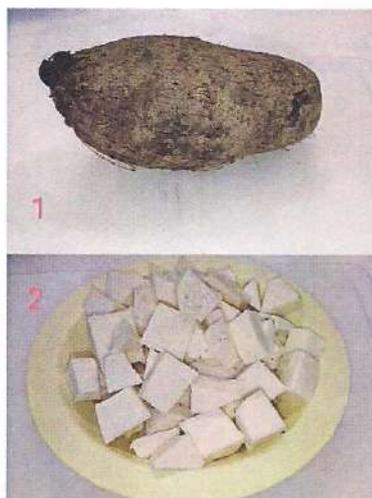
O processo de extração do amido do cará foi realizado no Laboratório de Alimentos da ETECAP, na qual foram utilizados os seguintes materiais:

*Tabela 4 - Materiais e reagentes na obtenção do amido do cará (*Dioscorea alata*).*

Fonte: Autoria própria

Extração dos carboidratos do cará ( <i>Dioscorea alata</i> )	
Materiais e reagentes	Quantidade
Peneira (fina)	1
Bowl de inox	1
Faca	1
Tabua	1
Liquidificador	1
Água	1000ml
Colher	1
Béquer de 600ml	1
Béquer de 1000ml	3
Cará	738g

Foi utilizado 738g de cará (*Dioscorea alata*), na qual foi comprado em um supermercado da cidade de Campinas. Para a obtenção do amido, foi lavado, descascado e cortada em cubos grandes;



*Figura 21 - Imagem 1: tubérculo do cará (*Dioscorea alata*) com casca e sujo.  
Imagem 2: Cará (*Dioscorea alata*) devidamente limpo e cortada em cubos grandes.*

Fonte: Autoria própria

Levado para processar no liquidificador, onde foi-se adicionando os cubos aos poucos e com um pouco de água.



*Figura 22 - Obtenção da massa de amido após processamento no liquidificador.*

**Fonte:** Aatoria própria

Retirado a massa de amido, iniciou-se o processo de separação do amido, nesse processo foi adicionado aos poucos a massa obtida na peneira sob um béquer de 1000ml que estava dentro do bowl de inox. Com o auxílio de uma colher e outro béquer de 1000ml com água, foi-se adicionando água sobre a massa e separando o amido (retido na peneira) do restante da solução aquosa.



*Figura 23 - Mecanismo de separação do amido (peneira sob béquer dentro do bowl de inox).*

**Fonte:** Aatoria própria

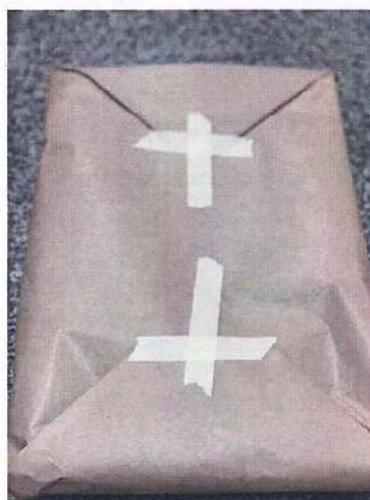
Após a obtenção do amido, foi preciso reter todo o líquido e umidade, na qual foi feito a filtração a vácuo, que consiste numa mangueira ligada numa bomba a vácuo e a outra extremidade da mangueira está ligada a saída do Kitassato Na boca do Kitassato está empregado um funil de Buchner com papel filtro e sob o papel filtro foi adicionado o amido.



*Figura 25 - Mecanismo de filtração a vácuo.*

Fonte: Autoria própria

A intenção desde o início era a partir da obtenção do amido, realizar a liofilização do mesmo. Entretanto devido a falta do equipamento correto, recorreremos a um método “caseiro de liofilização” na qual foi colocado o amido obtido sobre uma assadeira, envolveu-se em papel kraft e foi levado a estufa a 45 °C por 48 horas.



*Figura 26 - Assadeira contendo o amido seco (após filtração a vácuo) preparado para a estufa.*

Fonte: Autoria própria

#### 4.2 Desidratação da cúrcuma (*Curcuma longa* L.)

Tabela 6 - Materiais e reagentes para desidratação da cúrcuma (*Curcuma longa* L.).

Fonte: Autoria própria

Desidratação da cúrcuma ( <i>Curcuma longa</i> L.)	
Materiais e reagentes	Quantidade
Liquidificador	1
Faca	1
Água	1
Assadeira	1
Pano	1
Cúrcuma	1000g

Para a desidratação da cúrcuma (*Curcuma longa* L.), foi fornecido 1000 gramas de cúrcuma, na qual foi coletada na cidade de Campinas no quintal da casa de uma colega de classe. Todo o processo foi feito de forma caseira.



Figura 27 - Cúrcuma (*Curcuma longa* L.) coletada.

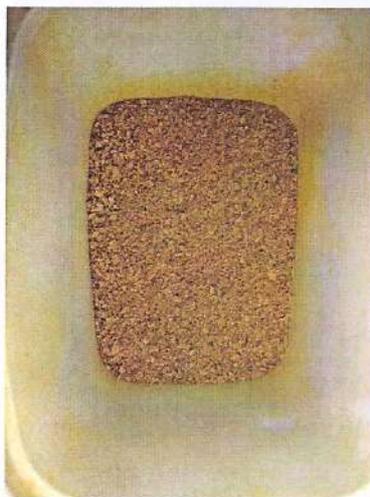
Fonte: Autoria própria

Na qual desse 1000 gramas obtidos, foi-se utilizado somente 500g para a elaboração total do projeto.

Para o processo de desidratação da cúrcuma, foi limpa, lavada e cortada em pequenos pedaços. Levada ao liquidificador para ficar em grânulos menores.

Foi-se colocado em uma assadeira e deixou-se desidratar com luz solar por dois dias, a assadeira era exposta ao sol pelo dia e guardado pela noite e tampada com um pano.

Na qual foi-se obtido uma cúrcuma em grânulos e totalmente seca.



*Figura 28 - Cúrcuma obtida após o processo de desidratação.*

**Fonte:** Autoria própria

### 4.3 Espectrofotometria

É um método utilizado para medir quanto de luz uma substância pode absorver. Tivemos como objetivo determinar quantitativamente a absorvância de curcumina através da espectrofotometria e dos cálculos da curva analítica. Toda a análise foi feita no Laboratório de Projetos da ETECAP.



*Figura 29 - Espectrofotômetro, equipamento utilizado para a análise.*

Fonte: Autoria própria

#### 4.3.1 Preparo das soluções

Em uma balança analítica, foram pesados 0,0141g de curcumina, em seguida foi adicionado ao balão volumétrico de 1000ml junto a 1000ml de álcool para que ocorresse a diluição e homogeneização.

Em seguida, foram realizadas soluções para a curva analítica nas seguintes concentrações nos balões volumétricos de 25ml, na qual a diferença foi preenchida de álcool até o menisco.

*Tabela 7 - Concentrações nas soluções da curva analítica.*

Fonte: Autoria própria

Concentrações de solução (balão volumétrico de 25ml)		
Solução	Concentração	Álcool
S1	3,5ml	21,5ml
S2	5ml	20ml
S3	10ml	15ml
S4	15ml	10ml
S5	20ml	5ml

Adicionou-se duas gotas de alfa-naftol, agitado e posteriormente adicionado ácido clorídrico concentrado.



*Figura 30 - Imagem 1: Solução alfa-naftol. Imagem 2: ácido clorídrico concentrado.*

Fonte: Autoria própria

#### 4.4.2 Teste de Barfoed

Utilizado para diferenciação de monossacarídeos e dissacarídeos. Os dissacarídeos não reduzem os ions  $\text{Cu}^{2+}$  a  $\text{CuO}_2$  não apresenta mudança de cor ao ser levado para o aquecimento em banho-maria, enquanto os monossacáridos reduzem os ions  $\text{Cu}^{2+}$  precipitando e alternado sua cor para vermelho-tijolo, após o aquecimento em banho-maria.

Para a realização desse teste foram utilizados dois tubos de ensaio. Nos dois tubos foram adicionados 2,5ml de reagente de Barfoed, em um dos tubos foi-se adicionado 2,5ml de A1 e ao outro tubo uma ponta de espátula de A2 e levado ao banho-maria por três minutos.

#### 4.4.3 Testes de Benedict

Usado para identificar açúcares redutores, tem hidroxilas livres na C-1, por esse motivo a extremidade que contém o  $-\text{OH}$  passa a ser chamada de extremidade redutora.

Neste teste o tartarato é substituído pelo citrato, o que gera um complexo mais estável, fazendo com que uma única solução possa ser armazenada sem se deteriorar. Além disto, o teste de Benedict é muito mais sensível que o de Fehling, podendo detectar a presença de carboidratos em menores concentrações e apresentando uma graduação de cores do azul (negativo), passando pelo verde, amarelo, laranja e vermelho para as mais concentradas.

Para a realização desse teste foram utilizados dois tubos de ensaio, neles foram adicionados 2,5ml de reagente de Benedict. Em um dos tubos foi-se adicionado 1ml de A1 e no

outro foi-se adicionado uma ponte de espátula de A2, posteriormente levado a banho-maria de 5-6 minutos.



*Figura 31 - Reativo de Benedict.*

Fonte: Autoria própria

#### 4.4.4 Teste de Bial

As pentoses desidratadas condensam com orcinol com presença de íons férricos em banho maria, obtém produtos na cor azul-esverdeada. Já as hexoses condensam com o orcinol e produz uma cor amarelo-acastanhado.

Para a realização desse teste, foram utilizados dois tubos de ensaio, em um tubo foi adicionado 4ml de A1 e no outro uma ponta de espátula de A2, em ambos os tubos foram adicionados 2ml do Reagente de Bial e 5ml de ácido clorídrico concentrado, foram agitados e levados para banho-maria por 10 minutos.



*Figura 32 - Imagem 1: Reativo de Bial. Imagem 2: Ácido clorídrico concentrado.*

Fonte: Autoria própria

#### 4.4.5 Teste de Seliwanoff

Varição do teste de Molish e serve para diferenciar aldoses de cetoses a partir da desidratação pelo ácido clorídrico.

Cetohexoses: solução vermelho-cereja.

Cetopentoses: solução azul esverdeada.

Aldoses: não desenvolve cor.

Dissacarídeos: não desenvolve cor.

Para a realização desse teste, foram utilizados dois tubos de ensaio, ambos foram adicionados 5ml do reativo de Seliwanoff, em um deles foi-se adicionado 3 gotas de A1 e uma colher de espátula de A2, foi levado para banho-maria, sendo observado no minuto 1 e no minuto 4.



*Figura 33 - Reativo de Seliwanoff.*

Fonte: Autoria própria

#### 4.4.6 Teste de Iodo

O amido, é um polissacarídeo produzido em grande quantidade nos vegetais, e é constituído por dois outros polissacarídeos estruturalmente diferentes: amilose e amilopectina.

A molécula da amilose não apresenta ramificações e, no espaço, assume conformação helicoidal (forma de hélice). A amilopectina apresenta estrutura ramificada, sendo que os "ramos" aparecem a cada 24-30 moléculas de glicose. A ligação entre os átomos de carbono das unidades de glicose nas duas estruturas é do tipo alfa 1-4. Moléculas de alto peso molecular (como a amilose e a amilopectina) podem sofrer reações de complexação, com formação de compostos coloridos. Um exemplo importante é a complexação da amilose e da amilopectina

com o iodo, resultando em complexo azul e vermelho-violáceo, respectivamente. O complexo de coloração azul intensa é resultado da oclusão (aprisionamento) do iodo nas cadeias lineares da amilose, enquanto que a amilopectina por não apresentar estrutura helicoidal, devido à presença das ramificações, a interação com o iodo será menor, e a coloração menos intensa.

O resultado final da complexão do amido com o iodo é a formação de um complexo de cor azul intensa.

Para a realização desse teste foram utilizados dois tubos de ensaio, em ambos foram adicionados 5ml de água destilada, em um dos tubos foi-se adicionado 10 gotas de A1 e no outro uma ponta de espátula de A2 e levados para aquecimento.



*Figura 34 - Lugol (iodo).*

**Fonte:** Autoria própria

#### 4.5 Encapsulamento

Como não encontrávamos uma medida correta para o encapsulamento, nos baseamos em 5 artigos, sendo eles 3 sobre o cará (*Dioscorea alata*) e 2 sobre a curcumina (*Curcuma longa* L).

Para dosagem de carboidratos presentes no amido do cará (*Dioscorea alata*):

Resolução, especificamente os incisos I, II e V, que determinam:

a) Pelo menos 75% do valor energético total do produto pronto para o consumo devem ser provenientes de carboidratos;

b) A porção pronta para o consumo do produto deve conter, no mínimo, 15g de carboidrato;

c) O produto não pode ser adicionado de fibras alimentares e outros não nutrientes.

Para esta análise, foi levada em consideração a tolerância de 20% para mais ou para menos, disposta no Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados - RDC nº 360/2003. (MARETH, L.B, 2015)

De acordo com a legislação, para que os suplementos alimentares sejam fontes de carboidrato é necessário que a porção tenha no mínimo 19,5g de carboidrato presente na lista positiva da Instrução Normativa nº 18 de 2018. (SANTOS, S. B, 2022)

Quando o objetivo é hipertrofia muscular e/ou aumento do desempenho atlético, são indicados entre 5 a 8g de carboidratos para cada kg de peso ao dia (em atividades de longa duração e/ou treinos intensos, pode-se encontrar indivíduos que necessitam de até 10g/kg). (GROWTH SUPLEMENTOS).

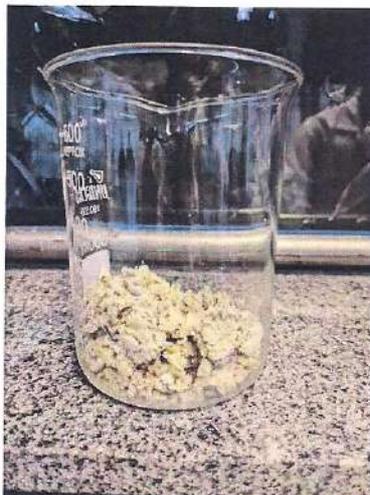
Para as dosagens de curcumina (*Curcuma longa* L):

As doses diárias de ingestão de curcumina mais pesquisadas são de 1.000 a 2.000 mg/dia, que também seriam as doses recomendadas pela maioria dos autores. (KOROLJEVIĆ D Z, JORDAN K, IVKOVIĆ J, VRANEŠIĆ BENDER D, PERIC P, 2022).

Assim, a administração de 42 mg desta preparação otimizada de curcumina em uma cápsula pequena é igual à ingestão de 57 g de curcumina nativa ou 1 kg de cúrcuma em pó. (HENROTIN Y, PRIEM F, MOBASHERI A, 2013)

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como resultado da filtração a vácuo e a “liofilização caseira”, obtivemos os seguintes resultados:



*Figura 35 - Pó do cará (Dioscorea alata), totalmente seco.*

Fonte: Autoria própria

Para os cálculos da curva analítica a partir das informações da espectrofotometria, prosseguiu da seguinte maneira:

Para os cálculos da solução estoque, foi-se usado a seguinte equação:

$$C = m / v = 0,0011 / 1 = 0,0011 \text{ g/L, sendo eles:}$$

C = concentração

m = massa

V = volume

Para os cálculos da solução da curva, foi-se utilizado a seguinte equação:

$$C_i \cdot V_i = C_f \cdot V_f$$

$$0,0011 \cdot 3,5 = C_f \cdot 25\text{ml}$$

$$C_f = 0,00014, \text{ sendo eles:}$$

C<sub>i</sub> = concentração inicial

V<sub>i</sub> = volume inicial

C<sub>f</sub> = concentração final

Foi feito o cálculo da solução da curva para cada uma das soluções utilizadas no experimento, obtendo o seguinte resultado:

*Tabela 9 - Resultados obtidos do cálculo da solução estoque.*

Fonte: Autoria própria

Resultado do cálculo da solução estoque		
Solução	Vsol. Est (ml)	M (mol/L)
1	3,5	0,00014
2	5	0,00020
3	10	0,00040
4	15	0,00060
5	20	0,00080

Para realização da curva analítica para identificar a concentração de curcumina, foi-se feito o cálculo de absorbância do analito a partir da seguinte equação:

$$A_{\text{analito}} = A_{\text{amostra}} (\text{solução}) - A_{\text{branco}} (0,087)$$

A = absorbância

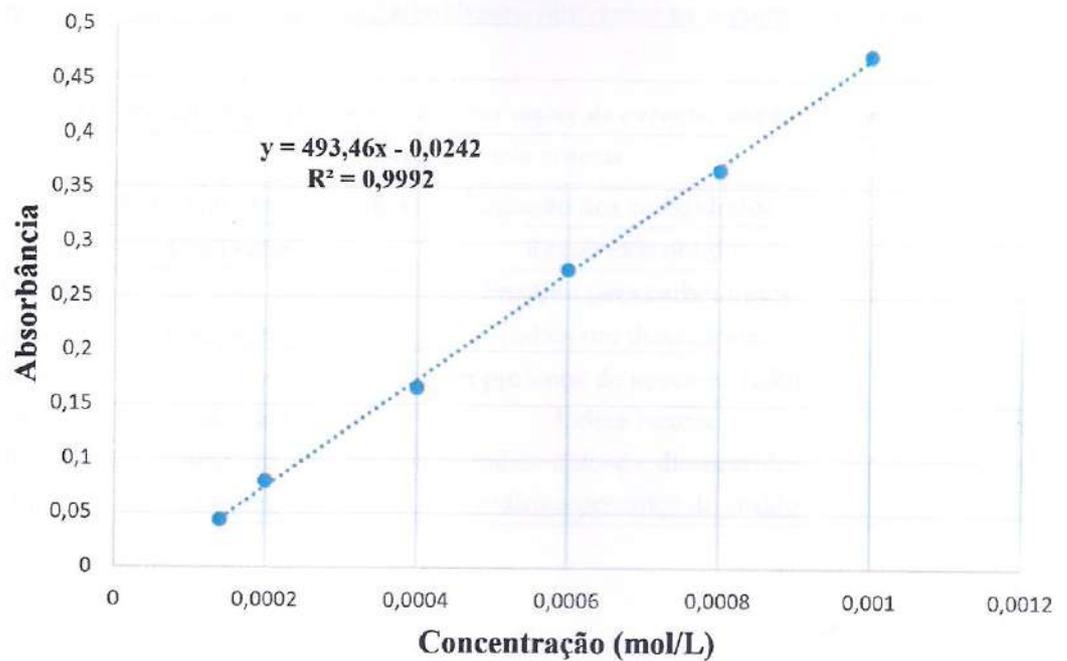
Após o cálculo, foi-se obtido os seguintes resultados:

*Tabela 10 - Resultados obtidos do cálculo de absorbância do analito.*

Fonte: Autoria própria

Resultado do cálculo de absorbância do analito		
Solução	Aamostra	Aanalito
1	0,131	0,044
2	0,167	0,08
3	0,253	0,166
4	0,362	0,275
5	0,454	0,367

Seguindo o processo, obtivemos o gráfico da curva analítica da curcumina.



*Figura 36 - Gráfico da curva analítica da curcumina.*

Fonte: Autoria própria

Seguiu-se de um cálculo para tirar a média de concentração de curcumina, na qual foi obtido a média a partir do cálculo de replicata, seguindo a seguinte equação:

$$A = 493,46 \cdot C - 0,0242$$

- A1:  $0,103 = 493,46 \cdot C - 0,0242$       $C^1 = 0,0002577$
- A2:  $0,117 = 493,46 \cdot C - 0,0242$       $C^2 = 0,0002861$
- A3:  $0,117 = 493,46 \cdot C - 0,0242$       $C^3 = 0,0002638$

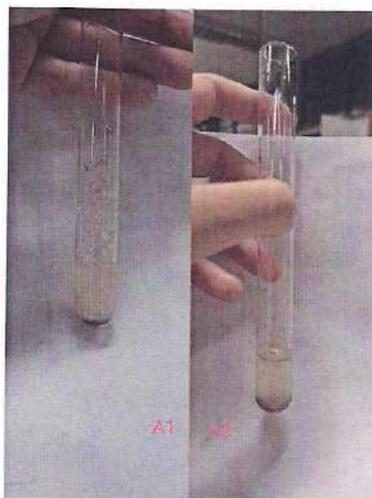
$$\mathbf{R: 0,00027 \pm 0,00001 \text{ g/L}}$$

Para os testes de caracterização de carboidratos, obtivemos os seguintes resultados.

*Tabela 11 - Resultados e interpretações dos testes de caracterização de carboidratos.*

Fonte: Autoria própria

Resultado dos testes de caracterização dos carboidratos		
Teste	Duplicatas	Resultados obtidos
Molish	-	Positivo para carboidratos
Barfoed	duas vezes	Indica um dissacarideo
Benedict	três vezes	Sem presença de açucars redutores
Bial	duas vezes	Indica hexose
Seliwanoff	uma vez	Indica aldose e dissacarideo
Iodo	uma vez	Indica a presença de amido



*Figura 37 - Teste de Molish: a presença de um anel violeta indica a presença de carboidratos.*

Fonte: Autoria própria



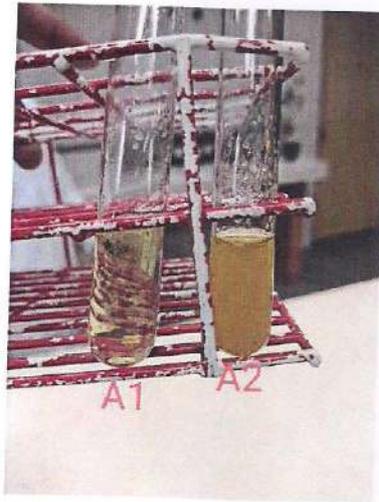
*Figura 38 - Teste de Barfoed: Imagem 1: foi o primeiro teste feito. Imagem 2: segundo teste feito, ambos com o mesmo resultado. Indicação de dissacarídeo.*

Fonte: Autoria própria



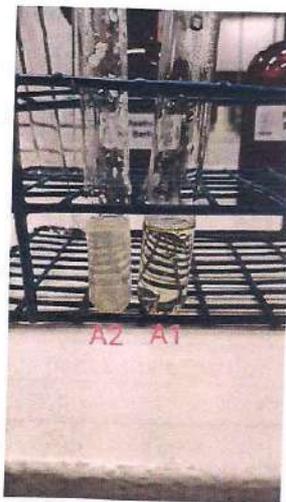
*Figura 39 - Teste de Benedict: foi-se repetido o teste por três vezes e obtido o mesmo resultado. Não apresenta açúcares redutores.*

Fonte: Autoria própria



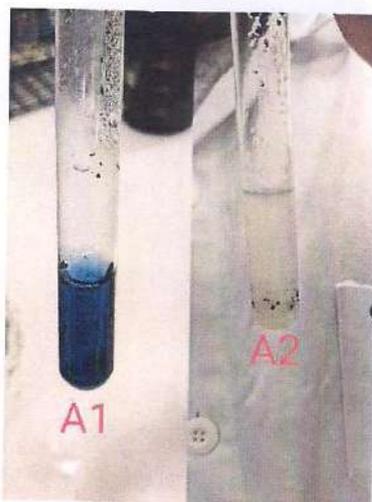
*Figura 40 - Teste de Bial: foi-se feito por duas vezes na qual persistiu no resultado. Interpretado como hexose.*

Fonte: Autoria própria



*Figura 41 - Teste de Seliwanoff: pela não alteração da cor interpretou-se como aldose e dissacarídeos.*

Fonte: Autoria própria



*Figura 42 - Teste de Iodo: A1 após resfriamento apresentou amido por toda a amostra. A2 após resfriamento apresentou amido somente em algumas partículas.*

*Interpretado como positivo para a presença de amido.*

Fonte: Aatoria própria

Para o encapsulamento, após obter dados de 5 artigos diferentes e tirar uma média de dose, foi-se feito capsulas de gelatina do tamanho nº3 na qual seu volume corresponde a 0,30mg. Na qual chegamos na seguinte dose para cada composto. Todo o procedimento foi realizado no Laboratório de Farmácia da ETECAP.

*Tabela 12 - Dosagem das cápsulas*

Fonte: Aatoria própria

Doses para cada cápsula	
Composto	Quantidade (mg)
Cará ( <i>Dioscorea alata</i> )	0,26mg
Curcuma ( <i>Curcuma longa L</i> )	0,02mg

A primeira etapa foi-se macerar com o auxílio do almofariz e pistilo a os grânulos da cúrcuma (*Curcuma longa L*) e do cará (*Dioscorea alata*), na qual foi obtido 21,62g de pó de (*Curcuma longa L*) e 26,62 de pó de cará (*Dioscorea alata*).

Posteriormente, foram pesados na balança a quantidade necessária para 100 capsulas de 0,30mg com 0,26mg de pó de cará e 0,02g para o pó de cúrcuma, na qual foram pesados 26g de pó de cará e 2g de pó de cúrcuma.



*Figura 43 - No béquer está o pó de cará com seu peso bruto (26,62g) e no vidro de relógio o peso para as capsulas (26g)*

**Fonte:** Autoria própria



*Figura 44 - - No béquer está o pó de cúrcuma com seu peso bruto (21,62g) e no vidro de relógio o peso para as capsulas (2g)*

**Fonte:** Autoria própria

Para o encapsulamento foi-se utilizado uma encapsuladora de tamanho A3, na qual corresponde as cápsulas escolhidas.



**Figura 45 - Imagem 1: cápsulas de gelatina, tamanho nº3 utilizadas. Imagem 2: encapsuladora A3.**

**Fonte:** Autoria própria

Como resultado final do projeto, obtivemos um suplemento alimentar com as seguintes especificações: Cápsulas de suplemento alimentar com 0,26mg de po cará (*Disocorea alata*) e 0,02mg de cúrcuma (*Curcuma longa L*), totalizando uma capsula de 0,28mg.



**Figura 46 - Suplemento alimentar em cápsulas.**

**Fonte:** Autoria própria

Para certificar que não há desenvolvimento microbiano, foi feito um teste de esterilidade com uma das cápsulas. O teste foi realizado no Laboratório de Microbiologia da ETECAP.

Para esse teste foi-se utilizado três tipos de ágar diferentes, sendo eles: EMB, Manitol e Caldo BHI.

O meio de cultura EMB (Eosin Methylene Blue) consiste em um ágar de diferenciação seletivo, utilizado para a diferenciação e isolamento de enterobactérias e bastonetes gram-negativos.

O meio de cultura Manitol é composto de sais biliares ou cloreto de sódio em concentrações elevadas, trata-se um ágar seletivo e diferencial na qual seleciona bactérias que crescem em altas concentrações de sal. Diferencia *Staphylococcus aureus* de outros *Staphylococcus*.

O Caldo BHI é um ágar composto por peptons, dextrose e nutrientes de cérebro e coração bovino, é um meio utilizado para cultivo de estreptococos, pneumococos, meningococos, enterobactérias, não fermentadores, leveduras e fungos. É um meio líquido nutritivo e indicado para microorganismos exigentes e fastidiosos. Bastante usado para testes de crescimento microbiano.

E após ficar na estufa a 45 °C por 24 horas, obtivemos o resultado esperado, ou seja, não teve desenvolvimento microbiano na cápsula o que indica esterilização total do produto.

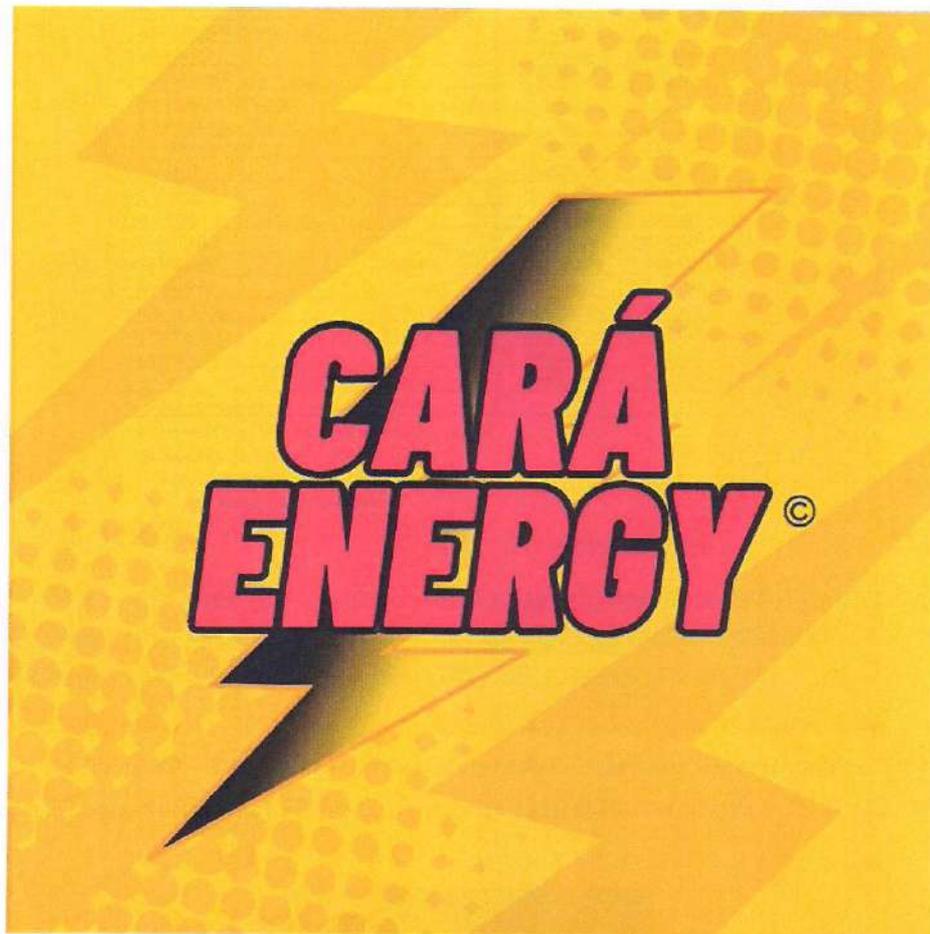


*Figura 47 - A: Manitol, B: EMB e C: Caldo BHI.*

**Fonte:** Autoria própria

Posteriormente, essas capsulas serão divididas (30 cápsulas por frasco), rotuladas e armazenadas em frascos.

Será colocada nosso logo, uma tabela nutricional e o modo de usar.



*Figura 48 – Logotipo*

Fonte: Autoria própria

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL			
Porções por embalagem: 30 unidades			
Porção: 28mg			
	100g	28mg	%VD
Valor Energético (kcal)	449,63kcal = 1.881,25kJ	0,125kcal=0,523kJ	0,0062%
Carboidratos totais (g)	87,85g	0,0245g	0,0081%
Açúcares totais (g)	0g	0g	*
Açúcares adicionados (g)	0g	0	*
Proteínas (g)	10,11g	0,0028g	0,0056%
Gorduras totais (g)	10g	0,0028g	0,0043%
Gorduras saturadas (g)	0g	0g	*
Gorduras trans (g)	0g	0g	*
Fibra Alimentar (g)	28,37g	0,0079g	0,0316%
Sódio (mg)	37,8mg	0,0105mg	0,005%
Cálcio (mg)	186,91mg	0,0523mg	0,0052%
Ferro (mg)	41,61mg	0,011mg	0,0780%
Fósforo (mg)	302,72mg	0,0845mg	0,0120%
Magnésio (mg)	204,46mg	0,05712mg	0,0136%
Potássio (mg)	2.736,66mg	0,766mg	0,0218%
Vitamina C (mg)	34,69mg	0,009688mg	0,0097%
Manganês (mg)	7,83mg	0,00219mg	0,0730%
Vitamina B3 (mg)	5,14mg	0,00143mg	0,1191%
Zinco (mg)	4,35mg	0,00121mg	0,0110%

\*Percentual de valores diários fornecidos pela porção.

\* %Valores Diários com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8400kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.

**NÃO CONTÉM GLÚTEN**

**RECOMENDAÇÕES DE USO: TOMAR 1 CAPSULA POR DIA , APÓS A ALIMENTAÇÃO OU ANTES DO SEU TREINO NÃO EXCEDER A PORÇÃO RECOMENDADA. ESTE PRODUTO É INDICADO PARA GRUPO POPULACIONAL - JOVENS E ATLETAS A PARTIR DE 19 - E IDOSOS A PARTIR DE 60 ANOS - TEL (19)983462514 - CAMPINAS - SP**

**Figura 49 - Tabela nutricional do produto com suas especificações.**

**Fonte:** Tabela Nutricional adaptada de Anvisa Instrução Normativa – IN N° 75, 2020)



**Figura 50 - Produto armazenado, com a logo (frente), tabela nutricional, modo de usar e indicações (verso).**

**Fonte:** Autoria própria

## 6 CONCLUSÃO

Após diversos testes, podem concluir que nossa cápsula se trata de um suplemento rico em carboidratos do cará (*Dioscorea alata*) na qual indica que há presença de carboidratos, sendo um dissacarídeo que não apresenta açúcares redutores, tendo indicações de aldose e hexose. Para a cúrcuma (*Curcuma longa L*), pode-se dizer que há efeitos antioxidantes e anti-inflamatórios, considerando a concentração de curcumina ( $0,00027 \pm 0,00001$  g/L). Sendo indicado para atletas e idosos e consumido uma cápsula por dia.

Sendo assim, o desenvolvimento do nosso projeto conseguimos atingir ao esperado que foi as capsulas desenvolvidas de forma com um método caseiro, adaptado e natural, sem nenhum tipo de composto químico em nossas amostras, foi usado apenas nos testes de detecção de carboidratos e teste de esterilidade para consumo, não realizando testes em pessoas, porém usando bases de artigos científicos.

O orçamento do projeto foi somente os 738g de cará (*Dioscorea alata*) sendo gasto apenas R\$ 8,12, na qual foi comprado em um supermercado de Campinas, a cúrcuma foi fornecida de forma gratuita por uma das alunas da turma (4ºB) de Biotecnologia. Todos os materiais, reagentes e equipamentos foram fornecidos pela ETECAP.

## REFERÊNCIAS

ACTIVEPHARMACEUTICA. Imunidade e Intestino: você conhece a relação? Disponível em: <https://activepharmaceutica.com.br/blog/imunidade-e-intestino-voce-conhece-a-relacao>. Acesso em: 15 nov 2023. (FIGURA 18).

ANA NÓBREGA. eCycle. Cará: o que é, benefícios e potencial econômico. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/cara/> Acesso em: 14 nov 2023.

Appelboom T, Maes N, Albert A. A new curcuma extract (flexofytol®) in osteoarthritis: results from a belgian real-life experience. Open Rheumatol J. 2014 Oct 17;8:77-81. doi: 10.2174/1874312901408010077. PMID: 25352926; PMCID: PMC4209497.

CRISTIANE CASAGRANDE DENARDIN' LEILA PICOLLI DA SILVA. Ciência Rural, Santa Maria. Estrutura dos Grânulos de amido e sua relação com propriedades físico-químicas. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/FSP37sVnbZjVK9zLLSSsX5h/?lang=pt&format=pdf> Acesso em: 11 nov 2023.

CYRINO, S. E, ZUCAS M. S. A influência da ingestão de carboidratos sobre o desempenho físico. Revista da Educação Física/UEM 0(1):73-79, 1999.

D, H. et al. Differential cytokine regulation by NF- $\kappa$ B and AP-1 in Jurkat T-cells. BMC Immunology, v.11, p. 26, 2010. (Acesso em 15 de novembro de 2023)

DANIELLE RIBEIRO DE SOUZA, LUIZ ANTÔNIO DOS ANJOS, VIVIAN WAHRLICH, MAURIO TEIXEIRA LEITE DE VASCONCELLOS. Scielo. Fontes alimentares de macronutrientes em amostra probabilística de adultos brasileiros. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/grDDwmSchJjmZPxKwyhhcmM/?lang=pt&format=pdf> Acesso em: 11 nov 2023.

DIANINI KRINGEL. ResearchGate. Estrutura do amido. Disponível em: [https://www.researchgate.net/figure/Figura-8-Estrutura-do-amido-Recorte-do-polimero-linear-de-amilose-a-e-ramificado-de\\_fig4\\_351366638](https://www.researchgate.net/figure/Figura-8-Estrutura-do-amido-Recorte-do-polimero-linear-de-amilose-a-e-ramificado-de_fig4_351366638). Acesso em: 15 nov 2023. 9 FIGURA 12).

ELIZABETH MILLARD. Runnersworld. Yep, Turmeric Can Benefit Your Running Performance and Muscle Recovery. Disponível em: <https://www.runnersworld.com/news/a32363164/turmeric-benefits-performance-boost-meta-analysis/> Acesso em: 14 nov 2023.

GROWTH SUPLEMENTOS, Dieta de baixo orçamento: Nutrientes e sua importância em dietas de atletas. Disponível em: <https://www.gsuplementos.com.br/upload/editor/ebooks/guia-definitivo-dieta-de-baixo-orcamento-parte1.pdf>. Acesso em: 23 nov 2023.

INFINITY PHARMA. Dihidroxiacetona, Dha- Autobronzeador. Disponível em: <https://www.infinitypharma.com.br/wp-content/uploads/2023/06/DHA-dihidroxiacetona.pdf>. Acesso em 08 nov 2023.

JULIA AZEVEDO. eCycle. O que é frutose e quais seus efeitos nocivos? Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/frutose/#:~:text=A%20frutose%20ou%20%E2%80%9Ca%C3%A7%C3%BAcar%20de,milho%20ou%20xarope%20de%20frutose.> . Acesso em 08 nov 2023.

JULIANA CARVALHO DE ALMEIDA BORGES, KLAUS CASARO SATURNINO, VANESSA DE SOUZA CRUZ, EUGÊNIO GONÇALVES DE ARAÚJO. Centro Científico Conhecer. Ação Antioxidante da curcumina. Na injúria de isquemia e reperfusão tecidual. Disponível em :<https://www.conhecer.org.br/enciclop/2019a/agrar/acao%20antioxidante.pdf>. Acesso em: 23 nov 2023.

JULIANA GOUVEIA, LÍRIA DOMINGUES, PASCOAL RENATO MORGAL. Universidade de São Paulo, Faculdade de ciências Farmacêuticas. Dissacarídeos. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4142439/mod\\_resource/content/0/06\\_Resumo\\_Dissacarideos.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4142439/mod_resource/content/0/06_Resumo_Dissacarideos.pdf) Acesso em: 11 nov 2023.

JÚNIA NAARA DA SILVA CARVALHO. Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus de Ciências Agrárias, Pós-graduação em agronomia- produção vegetal. Bioestimulante e manipueira no cultivo de Dioscorea. Disponível em: <http://www.producaovegetal.univasf.edu.br/Arquivos/junia.pdf> Acesso em: 14 nov 2023.

KOROLJEVIĆ ZD, JORDAN K, IVKOVIĆ J, BENDER DV, PERIĆ P. Curcuma as an anti-inflammatory component in treating osteoarthritis. Rheumatol Int. 2023 Apr;43(4):589-616. doi: 10.1007/s00296-022-05244-8. Epub 2022 Nov 17. PMID: 36394597.

LECTURIO. Digestão e Absorção de Hidratos de Carbono. Disponível em:<https://www.lecturio.com/pt/concepts/digestao-e-absorcao-de-hidratos-de-carbono/>. Acesso em: 15 nov 2023. (FIGURA 19).

LEILA TREVIZAN BRAZ, MARCELO TAVARES. Ciência Rural, Santa Maria. Cúrcuma: Planta Medicinal, Condimentados e de outros usos potenciais. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/JGXyLgLPDmJHg8j7ssygmzF/?lang=pt&format=pdf> Acesso em: 14 nov 2023.

MAELY OLIVEIRA BATISTA. Núcleo do Conhecimento. Potencial Anti-inflamatório e antioxidante da Cúrcuma Longa. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/saude/curcuma-longa>. Acesso em: 23 nov 2023.

MARCOS PAULO RODRIGUES. Faculdade de Medicina UFMG. Pessoa idosa: dicas de alimentação para equilibrar o metabolismo. Disponível em: <https://www.medicina.ufmg.br/pessoa-idosa-dicas-de-alimentacao-para-equilibrar-o-metabolismo/> Acesso em: 14 nov 2023.

MARCOS VINÍCIUS BOHRER MONTEIRO SIQUEIRA. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Centro de Energia Nuclear na Agricultura. Caracterização da diversidade genética de infame (*Dioscorea alata*) utilizando marcadores microssatélites. Disponível em: [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/91/91131/tde-19092011-102240/publico/Marcos\\_Vinicius\\_Bohrer\\_M\\_Siqueira\\_versao\\_revisada.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/91/91131/tde-19092011-102240/publico/Marcos_Vinicius_Bohrer_M_Siqueira_versao_revisada.pdf) Acesso em: 14 nov 2023.

MARETH, B. Avaliação de rotulagem dos suplementos energéticos à base de carboidratos comercializados em Brasília. Universidade de Brasília, Faculdade de Ciências e Saúde, Graduação em Nutrição, Brasília, 2015.

MARTA CALDEIRA SUSANA. Universidade de Lisboa, Faculdade de Farmácia. Curcumina: propriedades biológicas e aplicações terapêuticas. Disponível em: [https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/36170/1/MICF\\_Marta\\_Caldeira\\_Susana.pdf](https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/36170/1/MICF_Marta_Caldeira_Susana.pdf). Acesso em: 23 nov 2023.

MATHIÚS, LAÍS ADRIELI; MONTANHOLI, CÁSSIA HELENA DOS SANTOS, OLIVEIRA, LUÍS CARLOS NOBRE; BERNARDES, DANIELE NAVARRO D'ALMEIDA, PIRES, ARIADINE, HERNANDEZ, FABIANA MACIEL DE OLIVEIRA. Portal regional da BVS. Aspectos atuais da intolerância à lactose/ Current aspects of intolerance Lactose. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-857031>. Acesso em: 11 nov 2023.

MAYARA CARDOSO. Info Escola. Sacarose. Disponível em: <https://www.infoescola.com/quimica/sacarose/>. Acesso em 08 nov 2023.

MK FISILOGIA. YouTube. Digestão é absorção de carboidratos. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=GPXdrzsW0IE>. Acesso em 08 nov 2023.

NELSON, KAY YARBOROUGH; Lehninger, Albert Lester; COX (1 de janeiro de 2002). *Lehninger Princípios de bioquímica*. [S.l.]: Sarvier. Acesso em 15 nov 2023.

NEPLAME.UNIVASF. Núcleo de Estudos e Pesquisas de Plantas Medicinais. Disponível em: <http://www.neplame.univasf.edu.br/atividade-antioxidante.html>. Acesso em: 23 nov 2023.

NILTON DE ANDRADE ANTONNIO. Universidade Federal da Paraíba, Centro de ciências exatas e da natureza, Departamento de química, Programa de pós-graduação em química. Otimização do processo de obtenção de quitina e quitosana de exoesqueletos de camarões oriundos da indústria pesqueira Pparaibana. Disponível em: [https://www.ufpb.br/ppgq/contents/documentos/teses-e-dissertacoes/dissertacoes/2007/Dissertacao\\_Nilton\\_A\\_Antonino.pdf](https://www.ufpb.br/ppgq/contents/documentos/teses-e-dissertacoes/dissertacoes/2007/Dissertacao_Nilton_A_Antonino.pdf) Acesso em: 11 nov 2023.

NURI.NÚCLEO DE REABILITAÇÃO INTEGRADA. Aparelho Digestivo e Câncer. Disponível em: <https://www.eletrofisiologiaclinica.com.br/post/2017/03/29/aparelho-digestivo-e-c%C3%A2ncer>. Acesso em: 15 nov 2023. (FIGURA 17).

PORTAL SÃO FRANCISCO. Cará. Disponível em: <https://www.portalsaofrancisco.com.br/alimentos/cara> Acesso em: 14 nov 2023.

PRISCILA SOARES DO NASCIMENTO. InfoEscola. Glicose. Disponível em: <https://www.infoescola.com/bioquimica/glicose/>. Acesso em: 15 nov 2023. (FIGURA 6).

PROF.<sup>a</sup> MDA. VANESSA RIBEIRO DOS SANTOS. Unesp, Metabolismo dos Carboidratos. Disponível em: <http://docs.fct.unesp.br/docentes/edfis/ismael/nutricao/aula%20carboidratos%20e%20exerc%20EDcio11.04.12.pdf> Acesso em 05 nov 2023.

QUÍMICA ANASTACIO. Carboidratos: Estrutura, propriedades e funções. Disponível em: [http://special-organic-foods.com/upload\\_arquivos/201605/2016050290949001463931786.pdf](http://special-organic-foods.com/upload_arquivos/201605/2016050290949001463931786.pdf). Acesso em 05 nov 2023.

SALVADOR NOGUEIRA. Pesquisa FAPESP. O veneno do remédio. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/o-veneno-do-rem%C3%A9dio/> Acesso em: 14 nov 2023.

SILVA, B. Suplementos Alimentares: Exemplos, Mercado, Legislação. Universidade Federal de Lavras – UFLA, Minas Gerais, 2022

SILVIA RAMOS. Revista Digital Saúde em destaque. Excesso de carboidratos pode ocasionar sérios riscos à saúde. Disponível em: <https://www.revistasaudeemdestaque.com.br/Carboidratos.php> Acesso em: 14 nov 2023.

SILVIA TANCREDI. Brasil Escola. Cará. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/saude/cara.htm> Acesso em: 14 nov 2023.

SPLABOR. O que é Ágar Manitol - Venha saber sobre Meio de Cultura. Disponível em: <https://www.splabor.com.br/blog/meio-de-cultura-2/agar-manitol-guia-tecnico/#:~:text=Princ%C3%ADpio%20do%20%C3%81gar%20Manitol,-O%20%C3%81gar%20Manitol&text=Isso%20%C3%A9%20normalmente%20alcan%C3%A7ado%20atrav%C3%A9s,muitos%20outros%20tipos%20de%20bact%C3%A9rias.> Acesso em: 23 nov 2023.

STELLA LEGNAIOLLI. eCycle. O que é celulose e onde está presente? Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/celulose/> Acesso em: 11 nov 2023.

TUTORBRASIL. Isomeria Carboidratos. Disponível em: <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.tutorbrasil.com.br%2Fforum%2Fviewtopic.php%3Ft%3D89872&psig=AOvVaw2zQfIMN-wfHx6V9XPtrcRQ&ust=1699669616657000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBMQjhxqFwoTCOCe4fGwuIIDFQAAAAAdAAAAABAE>. Acesso em: 15 nov 2023.

(FIGURA 1).

VANESSA DOS SANTOS. Biologia Net. Glicogênio. Disponível em: <https://www.biologianet.com/biologia-celular/glicogenio.htm> Acesso em: 11 nov 2023.

VANESSA SARDINHA DOS SANTOS. Mundo Educação. Amido. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/amido.htm#:~:text=As%20fontes%20mais%20conhecidas%20e,de%2065%25%20a%2085%25.&text=O%20amido%20%C3%A9%20utilizado%20para,principalmente%20para%20obten%C3%A7%C3%A3o%20de%20energia>. Acesso em: 11 nov 2023.

VITOR SUETH-SANTIAGO, GUSTAVO PERON MENDES-SILVA, DÉBORA DECOTÉ- RICARDO E MARCO EDILSON FREIRE DE LIMA. Scielo. Cúrcuma, o pó dourado do açafraão-da-terra: introspecções sobre química e atividades biológicas. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/Jhxv6nxsPhPXb37fh7bgZ3t/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 14 nov 2023.

WFO THE WORLD FLORA ONLINE. Dioscorea alata L.. Disponível em: <https://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000388864> Acesso em: 14 nov 2023.

WIKIPÉDIA. Amido. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Amido>. Acesso em: 15 nov 2023. (FIGURA 13).

WIKIPÉDIA. Carboidratos. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Carboidrato#:~:text=Os%20carboidratos%20s%C3%A3o%20compostos%20org%C3%A2nicos,de%201%3A2%3A1>. Acesso em 08 nov 2023.

WIKIPÉDIA. Celulose. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Celulose>. Acesso em: 15 nov 2023. (FIGURA 15).

WIKIPÉDIA. Curcumina. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Curcumina>. Acesso em: 15 nov 2023. (FIGURA 20).

WIKIPÉDIA. Desoxirribose. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Desoxirribose>. Acesso em: 15 nov 2023. (FIGURA 5).

WIKIPÉDIA. Di-hidroxiacetona. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Di-hidroxiacetona>. Acesso em 08 nov 2023.

WIKIPÉDIA. Di-hidroxiacetona. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Di-hidroxiacetona>. Acesso em: 15 nov 2023. (FIGURA 3).

WIKIPÉDIA. Frutose. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Frutose>. Acesso em: 15 nov 2023. (FIGURA 7).

WIKIPÉDIA. Gliceraldeído. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Gliceralde%C3%ADdo>. Acesso em 08 nov 2023.

WIKIPÉDIA. Glicogênio. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Glicog%C3%A9nio>. Acesso em: 15 nov 2023. 9 FIGURA 14).

WIKIPÉDIA. Quitina. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Quitina>. Acesso em: 15 nov 2023. (FIGURA 16).

WIKIPÉDIA. Rafinose. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Rafinose>. Acesso em: 15 nov 2023. (FIGURA 11).

WIKIPÉDIA. Ribose. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Ribose>. Acesso em: 15 nov 2023. (FIGURA 4).

WIKIPÉDIA. Triose. Disponível em:

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Triose>.

Acesso em 08 nov 2023.

WILLIAM MIRA. Carboidratos: o que são, função, tipos e as classificações. Disponível em:

<https://querobolsa.com.br/enem/biologia/carboidratos>. Acesso em 08 nov 2023.

WILMO E. FRANCISCO JUNIOR. Conceitos científicos em destaque, Carboidratos:

Estrutura, propriedades e funções. Disponível em:

<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc29/03-CCD-2907.pdf> Acesso em 05 nov 2023.

YANNA DIAS COSTA. Info Escola. Monossacarídeos. Disponível em:

<https://www.infoescola.com/bioquimica/monossacarideos/>. Acesso em: 15 nov 2023.

(FIGURA 2).