



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
COORDENAÇÃO DE PESQUISA**

PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA – PIBIC

**TEOR DE COMPOSTOS BIOATIVOS EM FRUTAS REGIONAIS PRESENTES NO
CARDÁPIO DA MERENDA ESCOLAR EM INSTITUIÇÕES ESTADUAIS**

COMPOSTOS FENÓLICOS E PRECURSORES DE VITAMINA A

Área do conhecimento: Ciência e Tecnologia de Alimentos

Subárea do conhecimento: Ciência de Alimentos

Especialidade do Conhecimento: Avaliação e Controle de Qualidade de Alimentos

Relatório Final

Período da bolsa: setembro de 2022 a agosto de 2023

Este projeto é desenvolvido com bolsa de iniciação científica

PIBIC/COPES

Orientador: Jane de Jesus da Silveira Moreira

Autor: Lucca Phellyp Santos de Oliveira Cunha

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	3
2	OBJETIVOS	10
2.1	OBJETIVO GERAL.....	10
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
3	ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO	10
3.1	SELEÇÃO DAS FRUTAS	10
3.2	PROCESSO DE OBTENÇÃO, HIGIENIZAÇÃO E SEPARO DE FRUTA	11
3.3	CARACTERIZAÇÃO DO PH E ACIDEZ.....	11
3.3.1	pH.....	11
3.3.2	Acidez.....	12
3.4	EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS	12
3.5	DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS APARENTES.....	12
3.5.1	Preparo do reagente de Folin-Ciocalteu	12
3.5.2	Preparo da solução de Carbonato de Sódio.....	13
3.5.3	Preparo de soluções padrões e amostras	13
3.5.4	Reação de padrões e amostras com reagente de Folin-Ciocalteu	13
3.5.5	Análise em Espectrofotometria de Absorção Molecular.....	13
3.6	DETERMINAÇÃO DE CAROTENOIDES	14
3.7	DETERMINAÇÃO DE VITAMINA C	14
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
4.1	DADOS DA PRESENÇA DE FRUTAS REGIONAIS NA MERENDA ESCOLAR	15
4.2	CARACTERIZAÇÃO DO PH E ACIDEZ.....	15
4.3	QUANTIFICAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS	17
4.4	DETERMINAÇÃO DE CAROTENOIDES TOTAIS.....	19
4.5	DETERMINAÇÃO DE VITAMINA C.....	21

5	CONCLUSÕES.....	22
5.1	PERSPECTIVAS PARA TRABALHOS FUTUROS	22
	REFERÊNCIAS.....	23
6	OUTRAS ATIVIDADES.....	26
	ANEXO A - CARDAPIO DO ENSINO INTEGRAL FUNDAMENTAL	
	DISPONIBILIZADO PELA SEDUC	27
	ANEXO B - ANÁLISE DE SAZONALIDADE	30

1 INTRODUÇÃO

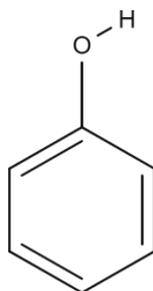
A alimentação, assim como a saúde em geral, é uma das necessidades fisiológicas que constituem a humanidade, sendo ela essencial para a sobrevivência, uma vez que está ligada à manutenção, prevenção e recuperação do corpo humano. Assim, torna-se fundamental incorporar uma alimentação saudável desde a infância para que o indivíduo se possa desenvolver de forma a prevenir e controlar eventuais problemas de saúde, tais como as doenças crônicas não transmissíveis (DCNT). Estas, atualmente, vêm sendo o principal desafio para a saúde pública, nesse sentido, compondo o índice de maior causa de morte no Brasil (Fonseca *et al.*, 2017; Malta, 2014).

As DCNT são multifatoriais, ou seja, apresentam muitos fatores de risco que contribuem para o desenvolvimento de diversas patologias, podem surgir em qualquer idade e dependem da exposição dos indivíduos a fatores de risco, tais como hipertensão arterial, derrame, câncer, diabetes, entre outros. No entanto as DCNT podem ser prevenidas por meio de compostos bioativos presentes em frutas, vegetais e outros alimentos (Fonseca *et al.*, 2017).

Entre os compostos bioativos, os compostos fenólicos são grupos de metabólitos secundários que estão presente na fisiologia de vegetais e animais, sendo compostos antioxidantes que podem prevenir ou diminuir danos do estresse oxidativo, causados pela formação de radicais livres nos organismos desses. “Esse estresse oxidativo é responsável por danos celulares, causando anormalidades fisiológicas e patológicas como inflamações, doenças cardiovasculares, câncer, entre outros” (Freire *et al.*, 2013, p.2291).

Ademais, os compostos fenólicos são formados por um anel aromático e um ou mais grupo de substituintes, conforme a Figura 1, sendo o mais comum a hidroxila, variando entre as estruturas simples, com um substituinte, e a estrutura polimerizada. Essas diferentes estruturas e compostos estão associados às distintas funções que eles desempenham no organismo vegetal, como cor, sabor, suporte estrutural, pigmentação, crescimento, dentre outras (Pereira; Angelis-Pereira, 2013).

Figura 1 - Estrutura genérica dos compostos fenólicos



Fonte: Elaboração própria

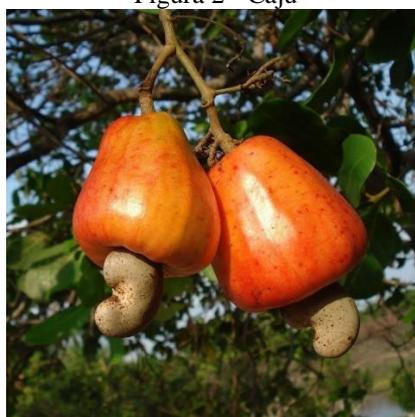
Contudo a determinação do teor de compostos fenólicos presentes nesses alimentos se torna um desafio a registrar, uma vez que seus valores não são fixos e variam constantemente, devido a fatores como: uso dessas substâncias para o combate aos radicais livres, ataques de pragas, fatores genéticos, como gênero, espécie, cultivo, e fatores ambientais, como maturação, idade, estação, localização solar, temperatura, umidade relativa, manejo, etc. (Pereira; Angelis-Pereira, 2013). Entretanto, existem alguns fatores que evidenciam essas variações, sendo eles a condição de cultivo, a metodologia analítica, o processamento e preparo dos alimentos e a origem geográfica (Pereira; Angelis-Pereira, 2013).

Diante disso, a merenda escolar pode ser considerada uma ação de promoção da saúde, porém deve ter caráter saudável e contribuir cada vez mais para a prevenção das doenças crônicas não transmissíveis (Accioly, 2009). Conforme as orientações para a alimentação escolar estabelecidas pela Lei n.º 11.947/2009, em alinhamento com a Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional, Lei n.º 11.346, o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) define a obrigatoriedade da inclusão de frutas, sucos e néctares de natureza regional na rede pública de educação básica. À medida que as dietas nutritivas passaram a incluir frutas como alimento, e não como sobremesa, o setor industrial começou a desenvolver produtos que atendem a essa demanda; e as frutas tropicais ganharam destaque, sendo o Nordeste a região brasileira que mais produz e apresenta maior potencial para produção dessas frutas, devido ao solo e clima adequados. O Brasil é o maior produtor de frutas como abacaxi, banana, caju, coco, mamão, maracujá e melão, e o caju e a seriguela estão entre as frutas mais consumidas em todo o Nordeste (Passos; Souza, 1994).

O caju pertence à família *Anacardiaceae*, em que o gênero *Anacardium* possui aproximadamente 22 espécies, sendo o *Anacardium occidentale* a mais utilizada comercialmente (Brito *et al.*, 2018). É um fruto típico do Nordeste brasileiro e possui uma relevante importância no cenário socioeconômico, sendo o seu verdadeiro fruto a castanha, uma especiaria de luxo muito apreciada em todo o mundo (Brasil, 2015; Brito *et al.*, 2018).

O pseudofruto dessa castanha é conhecido como caju, sendo normalmente consumido *in natura* ou na forma de suco, sorvete, refrigerante, etc. O cajueiro é uma árvore de porte médio, podendo alcançar até 20m de altura, seu tronco é inclinado e tortuoso, suas folhas são onduladas, tem flores pequenas e perfumadas. O pedúnculo da fruta pode variar do amarelo ao vermelho, isso devido à perda da clorofila durante o amadurecimento, assim, aumentando a quantidade de carotenoides e pigmentos antocianina. A época de colheita do caju é de julho a dezembro, sendo os meses de setembro e outubro os que possuem a maior disponibilidade da fruta (Brasil, 2015; Brito *et al.*, 2018).

Figura 2 - Caju



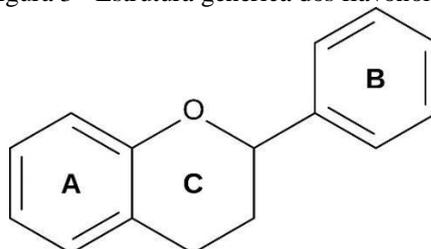
Fonte: Plantei (2021)

O pseudofruto do caju apresenta uma grande quantidade de ácido ascórbico em sua composição (145-161mg/100mL), por esse motivo, é considerado um bom antioxidante que atua contra radicais livres, podendo-se, também, encontrar quantidades de outros ácidos, tais como o cítrico, málico e tartárico (434-578, 238-237, 21-27/100mL, respectivamente) (Brito *et al.*, 2018). Os principais compostos fenólicos identificados no pedúnculo do caju são, em sua maioria, flavonoides glicosilados.

Os flavonoides, na Figura 3, são os compostos fenólicos mais abundantes, construídos sobre um esqueleto C6-C3-C6, onde o anel A é formado a partir de moléculas de resorcinol ou floroglucinol sintetizadas a partir do metabolismo do acetato, com um padrão de hidroxilação característico. O anel B, por sua vez, vem do metabolismo do chiquimato. Já o anel C é o responsável pelas alterações que formam as subclasses dos flavonoides: flavonas, flavonóis, flavanonas, isoflavonas e antocianidinas (Pereira; Angelis-Pereira, 2013). Esse grupo está concentrado nas folhas e na epiderme do fruto, partes que desempenham papel na resistência aos raios UV, pigmentação, resistência a patógenos e fixação de nitrogênio. Normalmente, os açúcares na forma glicosídica unem-se aos flavonoides, assim, resultando no aumento da

solubilidade em água com a presença de hidroxilas (Pereira; Angelis-Pereira, 2013).

Figura 3 - Estrutura genérica dos flavonoides

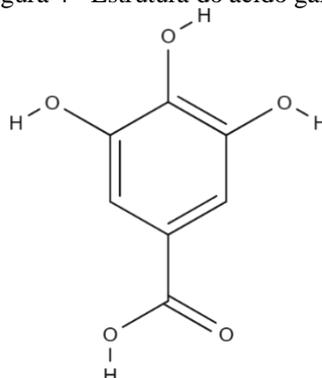


Fonte: Bhodi Tims (2018)

No pseudofruto do caju são encontrados, principalmente, os flavonoides 3-O-galactosídeo, 3-O-glicosídeo, 3-O-ramnosídeo, 3-O-xilopiranosídeo, 3-O-arabinopiranosídeo e 3-O-arabinofuranosídeo (Brito *et al.*, 2018).

Em menores quantidades é possível também verificar a presença de ácidos fenólicos (Figura 4), outro grupo de compostos fenólicos, no pseudofruto do caju, sendo eles o ácido gálico e seus derivados, ácidos anacárdicos e derivado do ácido cinâmico: 1-O-trans-cinamoil- β -D-glicopiranosose (Brito *et al.*, 2018). Os ácidos anacárdicos estão associados ao pseudofruto devido à sua presença nas fibras, local em que o seu teor é influenciado pelo estado de maturação, assim como o 1-O-trans-cinamoil- β -D-glicopiranosose, que não está presente no pedúnculo antes do estado de maturação maduro, mas há um aumento do seu teor durante a maturação (Brito *et al.*, 2018).

Figura 4 - Estrutura do ácido gálico



Fonte: elaboração própria

Os ácidos fenólicos são responsáveis pela estabilidade estrutural das plantas, uma vez que seus constituintes são capazes de formar diversas ligações cruzadas entre ésteres e éteres, sendo também responsáveis pela formação de ligninas e de polímeros presentes nas paredes celulares vegetais. Eles estão presentes em abundância em sementes, cascas, caule e folhas da

planta. Os ácidos fenólicos são divididos em duas classes, os derivados do ácido benzoico, ácidos hidroxibenzoicos, e derivados do ácido cinâmico, ácidos hidroxicinâmicos (Pereira; Angelis-Pereira, 2013).

Outra fruta regional de relevância é a seriguela (*Spondias purpurea*, L.) que também é uma fruta da família *Anacardiaceae*, assim como o caju. Originária das regiões tropicais da América Central, incluindo o México, a Guatemala e o Caribe, a seriguela também é encontrada em países da América do Sul, especialmente no Brasil, com destaque para a região Nordeste. Essa fruta é considerada um exemplo de produção de fruto tropical exótico e tem uma apreciação tradicional, sendo cultivada em locais específicos, que representam um potencial econômico a ser mais bem explorado. A seriguela cresce em árvores caducifólias que atingem entre 3 e 10m de altura. Possui dimensões pequenas, com cerca de 5cm de diâmetro, variando em cores que vão do verde ao vermelho. A fruta é versátil, podendo ser consumida fresca ou transformada em sucos, geleias, bebidas fermentadas, sorvetes e outros produtos. Seus nomes variam de acordo com a região geográfica. O período de colheita ocorre entre janeiro e fevereiro, sendo fevereiro o mês com maior disponibilidade (Barbosa, 2020; Silva, 2013).

Figura 5 - Seriguela



Fonte: Agro20, agro20.com.br/siriguela/

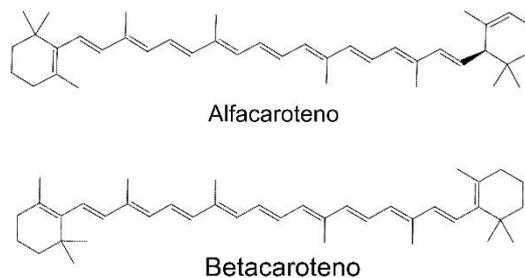
A polpa da seriguela é rica em compostos derivados do ácido gálico (galoil-HHDP-hexosídeo 1 e galoil-HHDP-hexosídeo 2), rutina, catequina, quercetina, mirecetina e flavonoides, além de conter ácidos como ascórbico, málico e fenólicos. A fruta também é uma fonte de minerais essenciais como fósforo, zinco, potássio, cálcio, ferro e sódio (Barbosa, 2020; Costa, 2018).

Os carotenoides têm um papel de grande destaque na nutrição humana, não apenas devido à presença de alguns, que têm atividades provitamínica A, mas, também, pela ação antioxidante que está relacionada com a redução dos riscos de doenças degenerativas. As principais fontes de carotenoides, que são vitais para a saúde humana, são as frutas e outros

vegetais frescos. Para as plantas, esses compostos desempenham um papel crucial na pigmentação e, principalmente, na função relacionada à fotossíntese. Até o momento, mais de 600 tipos diferentes de carotenoides foram identificados. Aproximadamente, 10% deles fazem parte da dieta humana, enquanto cerca de 20% são encontrados no plasma e nos tecidos de mamíferos. Devido à absorção seletiva pelo trato gastrointestinal, somente 14 tipos de carotenoides são efetivamente biodisponíveis (Meléndez- Martinez *et al.*, 2007; Veronezi; Jorge, 2011).

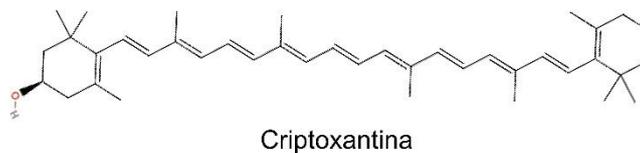
Os carotenoides podem ser classificados em dois grupos distintos: os carotenos, conforme a Figura 6, que são hidrocarotenoides e contêm apenas átomos de carbono e hidrogênio em suas moléculas; e as xantofilas, de acordo com a Figura 7, que são oxicarotenoides e possuem átomos de oxigênio, além de carbono e hidrogênio, em suas estruturas moleculares (Veronezi; Jorge, 2011)

Figura 6 - Estrutura do alfacaroteno e do betacaroteno



Fonte: Elaboração Própria

Figura 7 - Estrutura da criptoxantina

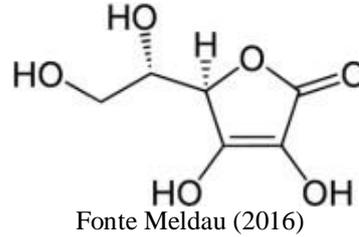


Fonte: Elaboração Própria

Outro importante antioxidante natural presente nas frutas é a vitamina C (Figura 8), formada pelo ácido L-ascórbico e di-hidroascórbico, pertence ao grupo de vitaminas hidrossolúveis, as quais são minimamente armazenadas pelo organismo. Desse modo, essa vitamina precisa ser constantemente repostada no corpo humano. Ela é naturalmente encontrada em alimentos, principalmente, em frutas e vegetais, com maior concentração em vegetais. A vitamina C desempenha uma função antioxidante, apoiando as atividades das células de defesa do corpo e contribuindo para a melhoria da qualidade de vida, ao prevenir danos causados pelo

estresse oxidativo e a ocorrência de infecções (Cavalari; Sanches, 2018; Jesus *et al.*, 2021).

Figura 8 - Fórmula estrutural da vitamina C



A ingestão adequada de vitamina C está associada a uma redução do risco de determinados tipos de câncer, doenças cardiovasculares e cataratas, bem como é capaz de promover a cicatrização de feridas e blindar o sistema imunológico. Além de suas propriedades no combate a infecções, ela auxilia na absorção de ferro, reduz os níveis de triglicerídeos e colesterol, também, pode fortalecer o sistema imunológico, ajudando a prevenir resfriados, por exemplo. A falta dessa vitamina devido à ingestão inadequada gera danos a estruturas ricas em colágeno, lesões nos ossos e vasos sanguíneos, escorbuto e na doença de Barlow (Cavalari, Sanches, 2018; Jesus *et al.*, 2021).

Com o intuito de garantir que tais compostos bioativos estejam presentes nos alimentos, especialmente nas frutas, empregam-se análises de parâmetros de controle de qualidade. Nesse sentido, a determinação de acidez da fruta é um dos parâmetros de qualidade mais importantes, pois determina o estado de conservação e a qualidade do alimento. Essa acidez pode variar em função das reações de hidrólise, fermentação ou oxidação sofridas pelos alimentos, que podem alterar os níveis de íons de hidrogênio em sua composição (Food Ingredients Brasil, 2022). A acidez é medida pelo pH, o potencial hidrogênio iônico em uma escala de 0 a 14, em que 7 é neutro, alimentos acima de 7 são alcalinos e alimentos abaixo de 7 são ácidos. A maior parte dos alimentos é classificada como ácidos devido à presença de ácidos em sua própria composição ou pela adição de ácidos para controle de pH do meio. Os alimentos ácidos podem ser classificados como alimentos de baixa, média ou alta acidez, em que o valor de pH é, respectivamente, maior que 4,5, igual a 4,5 e menor que 4,5, e essa acidez está relacionada com o ácido orgânico que possui maior teor (Food Ingredients Brasil, 2022).

A acidificação dos alimentos precisa ser rigorosamente controlada para inibir o desenvolvimento de microrganismos patogênicos e bactérias causadoras de doenças, que podem colocar em risco a saúde do consumidor ou causar a degradação dos produtos. Esses patógenos são capazes de se desenvolverem em alimentos de pH igual ou superior a 4,5, desse modo, o pH dos alimentos deve ser mantido abaixo de 4,5 (Food Ingredients Brasil, 2022).

Portanto, a disponibilidade frutícola pode corroborar o desenvolvimento de hábitos saudáveis não só na escola, mas no núcleo familiar, servindo, também, como um estímulo à comunidade nas escolhas alimentares mais saudáveis e sustentáveis (Accioly, 2009; Fonseca, 2017).

Nesse sentido, a pesquisa avaliou a presença de compostos bioativos fenólicos, carotenoides precursores de vitamina A e a vitamina C, em caju e acerola, com vistas a demonstrar o potencial dessas frutas para a inserção no cardápio da merenda escolar em Sergipe.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Demonstrar o potencial de aproveitamento de frutas regionais, caju e seriguela, para inserção no cardápio da merenda escolar em Sergipe, como fornecedores de compostos fenólicos funcionais, vitamina C e precursores de vitamina A.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Quantificar as frações referentes a compostos fenólicos aparentes em frutas regionais.
- Investigar a presença de β -caroteno, um precursor da vitamina A, em polpa de frutas regionais.
- Avaliar a presença de vitamina C em polpa de frutas regionais.

3 ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO

3.1 SELEÇÃO DAS FRUTAS

A seleção das frutas ocorreu a partir da disponibilização de nove cardápios alimentares, pela Secretaria de Estado da Educação e da Cultura (SEDUC), estes pertencentes a instituições de Educação Básica, as quais englobam o Ensino Fundamental I e II, Ensino Médio, Educação

Especial, EJA e EJAEM (Anexo A). Inicialmente, não foram identificadas frutas regionais nos cardápios, apenas frutas de âmbito nacional, entretanto observou-se que néctares de frutas poderiam ser disponibilizados na merenda. Após uma conversa com a SEDUC e o Departamento de Engenharia Agrônômica (DEA), as frutas mais características regionalmente entre as fornecidas para o néctar são o caju e a seriguela. Após a obtenção dos resultados das frutas, fez-se um levantamento sobre a sazonalidade delas (Anexo B), sendo o caju proveniente dos meses de agosto a dezembro, no entanto setembro e outubro são os meses de maior disponibilidade do fruto; e a seriguela dos meses de janeiro e fevereiro, sendo fevereiro o mês de sua maior disponibilidade.

3.2 PROCESSO DE OBTENÇÃO, HIGIENIZAÇÃO E SEPARO DE FRUTA

As frutas caju e seriguela foram adquiridas em uma feira livre, no município de Itabaiana, e encaminhadas ao Laboratório de Química Analítica, unidade do Departamento de Licenciatura em Química, do *campus* Professor Alberto Carvalho, onde foram higienizadas com uma solução de sanitizante de verduras, legumes e frutas a 1%, da marca STARTCLOR, preparada a partir de uma massa de 21,5g de sanitizante e 2,15L de água destilada. Depois da higienização com o sanitizante, o caju foi enxaguado duas vezes com água destilada para a retirada dos resquícios. Após higienizadas, as frutas foram separadas em três porções de massa aproximadamente iguais (polpa, integral, casca e polpa). A fração integral representa o fruto inteiro, desse modo, ela foi armazenada inteira, as demais foram despolpadas e separadas em porções de fibra, polpa (pseudofruto), casca e polpa. Todas as amostras foram armazenadas em um *freezer* a uma temperatura de -18°C para a realização de análises físico-químicas e químicas.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DO PH E ACIDEZ

As amostras de polpa, casca e fibra foram analisadas em triplicata, conforme as técnicas descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

3.3.1 pH

Para determinar o pH da casca, polpa e fibra das frutas, 5g de cada amostra foram pesados e adicionados a um béquer, com 50mL de água destilada. As amostras foram agitadas,

em um agitador magnético, por 30 minutos, com o auxílio de uma fita magnética. As leituras de pH foram realizadas em um peagâmetro digital (IAL, 2008).

3.3.2 Acidez

As análises de acidez foram realizadas pela técnica de titulometria de neutralização. Foram pesados 5g das amostras de casca e fibra, essas frações foram maceradas com 100mL de água destilada em um almofariz, para a fração polpa, pipetou-se 10mL da amostra e diluiu-se em 100mL de água destilada. As amostras foram transferidas para um erlenmeyer e adicionadas três gotas do indicador fenolftaleína 1%. As amostras foram tituladas com solução de hidróxido de sódio $0,1\text{ mol L}^{-1}$ até a coloração rósea, por 30 segundos. Os resultados foram expressos em % de ácido cítrico (IAL, 2008).

3.4 EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS

A extração foi realizada na proporção 1:1 (m v^{-1}), usando 2g de polpa, que foram transferidos para frascos de erlenmeyer e adicionados 20mL de solução hidroetanólica 40%. Em seguida, os frascos erlenmeyer foram colocados em incubadora com agitação (Shake-Agitado Kline, GT-201BDU, Global Trade Tecnology) a 130rpm, programando em 120 minutos. Após a extração, a solução foi centrifugada a 4000rpm por 12 minutos (Centrífuga DAIKI, 80-2B). A fração sobrenadante foi transferida para frascos âmbar, armazenados sob refrigeração a -18°C até a análise (Stafussa *et al.* 2018).

3.5 DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS APARENTES

A determinação de compostos fenólicos aparentes foi realizada de acordo com a metodologia de Borosky *et al.* (2015).

3.5.1 Preparo do reagente de Folin-Ciocalteu

O reagente de Folin foi diluído na proporção 1:1 v v^{-1} em água destilada.

3.5.2 Preparo da solução de Carbonato de Sódio

Preparou-se uma solução saturada de carbonato de sódio por meio da mistura de aproximadamente 35g de Na_2CO_3 em 100mL de água destilada, a solução foi deixada em agitação. Um corpo de fundo foi formado, e empregou-se o sobrenadante límpido para a análise.

3.5.3 Preparo de soluções padrões e amostras

A solução padrão de ácido gálico foi preparada, sob proteção da luz, a partir da dissolução de 0,010g em 50mL de água destilada, perfazendo uma concentração de 200mg L^{-1} . Para a curva de calibração foi efetuada a diluição dessa solução para um intervalo de concentrações de 0-200mg L^{-1} .

As soluções dos extratos das amostras foram preparadas em metanol, sob proteção da luz, perfazendo uma concentração final de $2,5\text{mg mL}^{-1}$, utilizando-se o ultrassom para auxiliar na solubilização. As amostras líquidas com baixa concentração de proteínas foram utilizadas diretamente na análise, observando para que elas não apresentassem turbidez na solução.

3.5.4 Reação de padrões e amostras com reagente de Folin-Ciocalteu

A cada $250\mu\text{L}$ de solução padrão ou do extrato da amostra adicionou-se $250\mu\text{L}$ do reagente de Folin-Ciocalteu (diluído 1:1), $500\mu\text{L}$ da solução saturada de carbonato de sódio e $4,0\text{mL}$ de água destilada. Os tubos foram agitados e mantidos à temperatura ambiente, sob proteção da luz, por 25 minutos e centrifugados por 10 minutos a 3000rpm. Foi preparado uma solução branco utilizando $250\mu\text{L}$ de metanol no lugar do analito e seguido de acordo com as orientações citadas anteriormente.

3.5.5 Análise em Espectrofotometria de Absorção Molecular

Amostras e padrões foram analisados para determinar a absorção máxima em comprimento de onda (λ) de 725nm, região espectral visível, determinada pelo espectrofotômetro UV-Vis, da marca Shimadzu, modelo UV 1800. Os dados de absorbância coletados para padrões e amostras foram empregados na construção da curva de calibração e quantificação dos compostos fenólicos aparentes. Os resultados foram expressos em mg EAG L^{-1} (mg de equivalente de ácido gálico por L de amostra).

3.6 DETERMINAÇÃO DE CAROTENOIDES

Foram seguidos os métodos de IAL (2008), método 123/IV Carotenoides lipossolúveis (preparações a 30%) – Determinação do teor de betacaroteno e o método 124/IV Carotenoides hidromiscíveis (preparações com 10%) – Determinação do teor de betacaroteno. A determinação da concentração total de carotenoides em polpa de seriguela foi realizada a partir da pesagem de 5g da polpa da fruta, que foram transferidos para um balão volumétrico de 100mL, coberto com papel-alumínio, sendo completado o volume com éter de petróleo. Posteriormente, 20mL da solução obtida foram retirados e transferidos para balão volumétrico de 100mL e, novamente, o volume foi completado com o éter de petróleo, sendo, na sequência, submetido à análise espectrofotométrica na região visível.

Para a determinação da concentração total de carotenoides em polpa de caju foi realizada uma adaptação no método. Primeiro, pesou-se 5g da polpa da amostra e colocou-se em um erlenmeyer de 125mL e, em seguida, a polpa foi dissolvida em 50mL de acetona. Acrescentou-se ao erlenmeyer 0,005g de BHT, um antioxidante sintético. O erlenmeyer foi recoberto com papel-alumínio e vedado. A solução foi mantida sob agitação por 1 hora. Após esse período, a solução foi transferida para um balão de fundo redondo de 250mL e submetida à rota evaporação (Centrífuga DAIKI, 80-2B). O solvente foi evaporado a uma temperatura de 55°C sob vácuo. Após a completa evaporação do solvente, as paredes do balão foram lavadas três vezes, com 5mL de éter de petróleo e adicionado sulfato de sódio anidro como agente secante. A solução final foi coletada, filtrada e transferida para um balão volumétrico de 25mL, sendo o volume ajustado com éter de petróleo e, em seguida, submetido à análise.

As análises foram conduzidas utilizando um espectrofotômetro de absorção molecular UV-Vis (Shimadzu, modelo UV 1800), com as determinações realizadas nos comprimentos de onda de 421, 425, 443, 448, 472 e 475nm, para avaliação de absorbância de β -caroteno e α -caroteno, precursores de vitamina A. Os resultados foram expressos em % de carotenoides totais.

3.7 DETERMINAÇÃO DE VITAMINA C

A quantificação de vitamina C presente nas polpas das frutas foi realizada, segundo Adem (2016), utilizando a técnica de espectrometria de absorção molecular visível, empregando o reagente colorimétrico Fe(III)-Phen. Inicialmente, foram pesados 5g da polpa da

fruta, os quais foram diluídos em 10mL de água deionizada. Essa mistura foi submetida à agitação por 30 minutos, mantida à temperatura ambiente e protegida da luz. Após esse período, a solução foi filtrada para um béquer, e o resíduo foi lavado três vezes com 2mL de água destilada. A parte filtrada foi, então, transferida para um balão volumétrico de 25mL, e o volume foi completado com uma solução de ácido acético $0,1 \text{ mol L}^{-1}$.

Em outro balão de 25mL foram adicionados 3mL da solução de 1,10-Fenantrolina, 1mL da solução de Hexa-aquaferro(III) Cloreto ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), 1mL da solução contendo a amostra, 1mL da solução tamponante $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ e, por fim, o volume foi ajustado com água destilada. Após um período de 3 minutos, a solução foi analisada, em um espectrofotômetro UV-Vis, com a leitura realizada a um comprimento de onda de 510nm.

Uma curva de calibração externa foi construída a fim de possibilitar a quantificação. Para tanto, uma solução padrão de ácido ascórbico, com concentração de $0,0093 \text{ mol L}^{-1}$, foi empregada, a partir da qual foram feitas diluições com concentrações variando entre $0,00003$ e $0,00021 \text{ mol L}^{-1}$. Após, 1mL das diluições da solução padrão foi submetido a reação com 3mL da solução de 1,10-Fenantrolina, 1mL da solução de Hexa-aquaferro(III) Cloreto ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), 1mL da solução tamponante e, por fim, o volume foi ajustado com água destilada para 25mL. Após 3min de repouso, as soluções foram analisadas a 510nm por espectrofotometria de absorção molecular.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 DADOS DA PRESENÇA DE FRUTAS REGIONAIS NA MERENDA ESCOLAR

Com base em todas as informações obtidas a partir da conversa com a SEDUC e DEA, e do conhecimento de estudos anteriores, dados obtidos no desenvolvimento do projeto: “Caracterização e modelagem estatística de compostos fenólicos em cardápios da rede pública de ensino da educação infantil em Sergipe”, de Souza (2020), frutas de caráter regionais não são ofertadas na merenda escolar. Portanto, selecionou-se para efeitos de estudo de potencialidade para a inclusão as frutas caju e seriguela.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DO PH E ACIDEZ

Segundo Silva (1998), o caju, no estado maduro, deve apresentar o pH em uma faixa entre 3,5 a 4,6. A acidez total, expressa em % de ácido cítrico, de acordo com o Ministério da

Agricultura e Pecuária (Mapa), deve ser no mínimo 0,3 (% mv^{-1}). Os resultados das determinações de pH e acidez neste estudo são apresentados na Tabela 1, a partir da qual se pode observar que as amostras em relação ao pH restaram na faixa determinada por Silva (2013), no entanto, em relação aos valores de acidez, a fração de polpa foi a única que se mostrou abaixo do padrão de identidade e qualidade estabelecido pelo Mapa (Gadelha *et al.*, 2009).

Tabela 1 - Valor de pH e acidez das frações de caju

Fração	pH	Acidez (% m v^{-1})
Polpa	(4,4 ± 0,1)	(0,2 ± 0,0)
Casca	(4,3 ± 0,1)	(0,3 ± 0,2)
Fibra	(3,9 ± 0,1)	(0,4 ± 0,2)

Fonte: Elaboração Própria

Nota: Acidez em ácido cítrico

A baixa acidez deveu-se ao elevado pH da polpa, muito próximo do máximo que um caju maduro pode atingir. Esse pH alto provém da diminuição do teor de ácidos cítrico, ascórbico, málico e tartárico durante a maturação dos frutos, o que leva a uma diminuição da acidez do meio e da adstringência (Brito *et al.*, 2018). Segundo Brito (2018), no caju, o teor médio de ácido cítrico presente é de 434-578mg/100ml, o de ácido málico é de 237-238mg/100ml, o de ácido ascórbico é de 145-161mg/100ml e o de ácido tartárico é 17-21mg/100ml.

Os resultados da análise de pH e acidez das frações da seriguela madura podem ser observados na Tabela 2. Tais resultados estão de acordo com os valores obtidos em pesquisas anteriores (Martins *et al.*, 2003; Neris, 2017), em que se indica que a seriguela madura possui um pH da polpa entre 3,06 e 3,44, enquanto a casca varia de 3,24 a 3,52. A pesquisa conduzida por Neris (2017) aponta para um aumento do pH durante o processo de amadurecimento da fruta.

Quanto à acidez, as frações da seriguela analisadas mostraram níveis significativamente mais baixos quando comparados com os resultados obtidos por Neris (2017), em que a acidez da polpa variou entre 1,5 e 1,8, e a casca, entre 1,29 e 1,66. A acidez expressa em ácido cítrico foi de 0,3% para a casca e 0,7% para a polpa. Esses valores mais baixos da acidez em ácido cítrico, segundo Soares (2009), podem estar relacionados com a disponibilidade de água no solo

e a época de colheita da fruta e com o amadurecimento da fruta, o que é evidenciado pelo aumento dos valores de pH. Esse fenômeno ocorre durante o amadurecimento porque os ácidos orgânicos presentes na fruta são convertidos em açúcares, bem como devido ao processo de respiração.

Tabela 2 - Valor de pH e acidez das frações de seriguela

Fração	pH	Acidez (% m/v)
Polpa	(3,2 ± 0,07)	(0,7 ± 0,07)
Casca	(3,3 ± 0,07)	(0,3 ± 0)

Fonte: Elaboração Própria

Nota: Acidez em ácido cítrico

O ácido cítrico é muito encontrado na natureza, estando presente em diversas frutas e vegetais, sendo muito importante para a produção de energia a partir dos alimentos. Esse ácido orgânico é utilizado, em diversas indústrias, como ingrediente para a composição de sabores artificiais, auxiliando na retenção de carbonato, como potencializador de conservantes, prolongando a estabilidade da C, equilibrando a acidez dos alimentos, como tampão, entre outros usos. O ácido málico também é amplamente encontrado na natureza, mas os níveis mais altos estão em frutas e bagas. Esse ácido orgânico é essencial para o metabolismo dos carboidratos e, como o ácido cítrico, é essencial para a produção de energia. Na indústria, além de ser utilizado como tampão, também, é amplamente usado para mascarar o gosto ruim da sacarina (Food Ingredients Brasil, 2016).

O ácido tartárico é comumente encontrado em frutas e vegetais, especialmente, uvas e tamarindo, e, geralmente, é um subproduto da fermentação do vinho. Como o ácido ascórbico, o ácido tartárico atua como um antioxidante no corpo e também apoia o sistema imunológico e protege contra infecções. Na indústria ele atua como um inativador de metais (Food Ingredients Brasil, 2016, 2022).

4.3 QUANTIFICAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS

A quantificação dos compostos fenólicos aparentes foi realizada pelo processo de regressão linear, o qual permite estimar concentrações de amostras com base em seus sinais analíticos. Nesse contexto, como padrão de referência, utilizou-se uma solução de ácido gálico

200mg L⁻¹, a partir da qual foram preparadas diluições para obtenção de concentrações variando entre 12,5 e 100mg L⁻¹. Com base nas diluições realizadas e nos sinais analíticos correspondentes, foi construída uma curva de calibração que apresentou uma linearidade de 0,9922 e uma equação de regressão linear definida como $y = 0,0081x + 0,02772$ (Borowski *et al.* 2015). Todos os valores são expressos em mg EAG L⁻¹ e podem ser visualizados, em média, na Tabela 3.

Tabela 3 - Concentração de compostos fenólicos aparentes em polpa

Caju (mg EAG L⁻¹)	Seriguela (mg EAG L⁻¹)
(21,5 ± 0,8)	(17,05 ± 0,7)
(20,5 ± 0,5)	(18,57 ± 1,8)
(20,7 ± 2,2)	(16,52 ± 0,8)

Fonte: Elaboração Própria

A literatura não chega a um consenso quanto à maneira de expressar os resultados para as concentrações de compostos fenólicos. Contudo a expressão em mg EAG g⁻¹ simplifica a comparação com outras informações. Os dados correspondentes estão disponíveis na Tabela 4.

Tabela 4 - Compostos fenólicos aparentes nas polpas de caju e seriguela por g.

Amostra	Caju (mg EAG g⁻¹)	Seriguela (mg EAG g⁻¹)
1	(2,56 ± 0,8)	(2,05 ± 0,7)
2	(2,46 ± 0,5)	(2,23 ± 1,8)
3	(2,49 ± 2,2)	(1,98 ± 0,8)

Fonte: Elaboração Própria

Pesquisas evidenciam que a quantificação de compostos fenólicos na polpa fresca de caju pode exibir uma variação abrangente, situando-se entre 0,55 mg EAG g⁻¹ e 6,07 mg EAG g⁻¹ (Almeida *et al.*, 2011; Freire *et al.*, 2013; Melo *et al.*, 2008; Moo-Huchin *et al.*, 2014; Silva *et al.*, 2012). Essas variações de teor de compostos fenólicos devem-se a fatores mais amplos e determinantes. Constituem fatores mais amplos o uso dessas substâncias para o combate aos radicais livres na própria fruta, ataques de pragas, fatores genéticos como gênero, espécie, cultivo e fatores ambientais como maturação, idade, estação, localização solar, temperatura,

umidade relativa, manejo, etc. Compõem os fatores determinantes as condições de cultivo, método analítico, processamento e preparo dos alimentos e origem geográfica. Esses aspectos fazem com que os valores de compostos fenólicos não sejam fixos e variem constantemente, o que torna muito difícil registrar um valor padrão para esses compostos bioativos.

4.4 DETERMINAÇÃO DE CAROTENOIDES TOTAIS

A determinação dos carotenoides totais foi realizada segundo a metodologia do IAL (2008), empregando a espectrofotometria de absorção molecular, em espectrofotômetro UV-Vis. Os valores determinados para α -carotenos e β -carotenos podem ser observados nas Tabelas 5 e 6, respectivamente.

Tabela 5 - Teor de α -caroteno em seriguela

Comprimento de onda (nm)	Fração de α-caroteno (%)	Fração de α-caroteno caju (%)
421	(1,99 \pm 0,01)	(2,20 \pm 0,02)
443	(2,02 \pm 0,01)	(1,95 \pm 0,03)
Total	(2,00 \pm 0,01)	(2,08 \pm 0,1)

Fonte: Elaboração Própria

Tabela 6 - Teor de β -caroteno em seriguela

Comprimento de onda (nm)	Fração de β-caroteno (%)	Fração de β-caroteno caju (%)
425	(2,15 \pm 0,01)	(2,38 \pm 0,02)
448	(2,08 \pm 0,01)	(2,08 \pm 0,02)
Total	(2,12 \pm 0,03)	(2,24 \pm 0,1)

Fonte: Elaboração Própria

Os valores encontrados no presente estudo foram superiores aos encontrados nos estudos de Neves (2020), Rodriguez-Amaya *et al.* (2014) e Silva *et al.* (2016), que variaram de 0,1622mg 100g⁻¹ a 0,285mg 100g⁻¹. A quantidade de carotenoides em frutas e vegetais da mesma espécie pode ser influenciada por uma variedade de fatores, incluindo o grau de

maturação, o tipo de solo e as condições de cultivo, o clima, a diversidade das plantas, a porção da planta consumida, o impacto de pesticidas, a exposição à luz solar, bem como as formas de processamento e armazenamento (Barbosa, 2020). Além dos fatores citados, há outros aspectos determinantes a serem considerados, são as condições empregadas na extração das frações de carotenoides. A alteração dos sistemas de solvente, a agitação e a variação do tempo de extração influenciam de forma definitiva na extração do carotenoide. Outros valores foram identificados para o betacaroteno e alfacaroteno em comprimentos de onda de 475nm e 472nm, respectivamente. No entanto esses resultados não foram considerados na quantificação, pois correspondem a valores de absorvância abaixo do limite de quantificação.

A contribuição do alfacaroteno e betacaroteno na atividade da vitamina A é distribuída de forma distinta, com o β -caroteno contribuindo com 1/12 e o α -caroteno com 1/24. Isso implica em o β -caroteno apresentar uma contribuição significativamente maior para a atividade vitamínica, em comparação ao α -caroteno. Para mais exatidão, esses dados devem ser considerados com a quantidade de retinol e β -criptoxantina, essa última também contribuindo com 1/24 para a atividade vitamínica. Em resumo, a maior contribuição é proveniente do retinol, que é o componente principal, seguido pelo β - caroteno (Silva, 2014).

A vitamina A é um micronutriente fundamental para diversos processos biológicos, como o crescimento e a reprodução, além de estar envolvida em funções essenciais como o ciclo visual e a diferenciação celular. Esses processos, por sua vez, afetam o crescimento e a integridade do sistema imunológico. O retinol e o β -caroteno são duas formas em que a vitamina A se manifesta. O retinol exerce papéis variados no organismo humano, atuando como antioxidante, anti-inflamatório, promovendo a saúde ocular e mantendo a funcionalidade do sistema imunológico. O β -caroteno desempenha um papel crucial como antioxidante poderoso, oferecendo proteção contra doenças cardiovasculares, além de atuar como inibidor do processo de oxidação das lipoproteínas (Lima *et al.*, 2017; Soares *et al.*, 2008; Ambrósio *et al.*, 2006).

A carência ou deficiência de vitamina A no organismo leva à hipovitaminose A, que pode comprometer o crescimento, a saúde dos ossos, a maturação sexual, a capacidade de resposta a infecções e a saúde visual, aumentando a morbidade e diminuindo a qualidade de vida. Crianças e adolescentes são particularmente sensíveis a influências culturais, sociais e ambientais, o que pode resultar em padrões alimentares inadequados e uma ingestão reduzida de fontes alimentares ricas em vitaminas e minerais, contribuindo para o desenvolvimento dessa deficiência (Lima *et al.*, 2017; Soares *et al.*, 2008).

4.5 DETERMINAÇÃO DE VITAMINA C

O ácido ascórbico, mais conhecido como vitamina C, é um composto com fortes propriedades antioxidantes que auxiliam na manutenção e imunidade do corpo humano, é amplamente utilizado na indústria de conservação de alimentos como aditivo alimentar (Veronezi, 2011).

A quantificação de vitamina C nas polpas das frutas foi conduzida usando a técnica de espectrometria de absorção molecular visível, bem como o reagente colorimétrico Fe(III)-Phen. Com base nas diluições e nos correspondentes sinais analíticos obtidos, uma curva de calibração foi construída, apresentando uma relação linear (R^2) de 0,99855 para uma equação de regressão linear definida como $y = 0,05738x + 3593,525$. Os valores médios de vitamina C presente na polpa *in natura* da seriguela e do caju podem ser visualizados na Tabela 7.

Tabela 7 - Concentração de vitamina C em polpa de caju e seriguela.

Seriguela (mg 100g ⁻¹)	Caju (mg 100g ⁻¹)
(1.784 ± 3,5)	(6.696 ± 17,6)

Fonte: Elaboração Própria

Os valores encontrados em relatos anteriores para seriguela (Almeida *et al.*, 2011; Neris *et al.*, 2017) foram inferiores aos do presente estudo, variando de 17,07 a 29,6 mg 100g⁻¹. Por sua vez, o valor encontrado nos estudos de Barbosa (2020) foi superior, sendo de 12710mg 100g⁻¹. Essa variação de valores ocorre por diversos fatores. Entre eles porque o ácido ascórbico é um composto muito instável, sendo degradado facilmente durante o processamento. Além disso, fatores como temperatura, luz, tipo de plantio, colheita e armazenamento, bem como a metodologia analítica utilizada, influenciam os resultados.

Nesse sentido, deve-se considerar a diferença metodológica atribuída aos estudos de Barbosa (2020), que se desenvolveu a partir do método de cromatografia líquida – descrito por Vinci, Botre e Ruggieri (1995) e por Barcia *et al.* (2010). Já o estudo de Almeida (2011) foi desenvolvido por titulação com 2,6-diclorofenol-indofenol, como descrito por Zenebon, Pascuet e Tiglea (2008); e o de Neris (2017) foi realizado por titulação com iodato de potássio, segundo a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

Diante dos teores de vitamina C identificados em ambas as frutas, infere-se que elas podem ser classificadas como alimentos considerados fonte de/e ricos em vitamina C, quando avaliadas com base na Ingestão Diária Recomendada (IDR). Conforme estabelecido pela

Resolução RDC n.º 360/2003, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), um alimento é considerado fonte quando apresenta 15% da IDR, enquanto alimentos ricos devem conter 30% da IDR. A Resolução RDC n.º 269/2005 do Ministério da Saúde especifica que o IDR para a vitamina C é de 90mg 100g⁻¹.

5 CONCLUSÕES

As análises das frações obtidas do caju e da seriguela revelaram diferenças em relação a pH e acidez e estão de acordo com a legislação do Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa), exceto para a polpa de caju.

Em relação aos compostos fenólicos aparentes, o estudo revelou quantidades apreciáveis, demonstrando o potencial funcional dessas frutas, indicando um possível uso para o preparo de alimentos ou consumo *in natura*, podendo, portanto, compor o cardápio da merenda escolar. A determinação dos carotenoides mostrou valores superiores em relação a estudos anteriores, apresentando-os como contribuintes significativos de precursores da vitamina A nas frutas estudadas.

A vitamina C, um componente fundamental para a saúde, foi detectada em quantidades apreciáveis nas polpas avaliadas, porém não o suficiente para essas frutas serem indicadas como alimento rico ou alimento fonte de vitamina C. No entanto podem contribuir com o aporte dessa vitamina na alimentação escolar.

Esses resultados auxiliam para a formulação de diretrizes mais eficazes na seleção e no preparo de alimentos para a merenda escolar, assim, visando garantir uma constituição adequada de compostos bioativos à saúde das crianças e adolescentes em idade escolar. Além disso, a compreensão das variações nos teores desses compostos é capaz de incentivar o desenvolvimento de práticas agrícolas mais sustentáveis e métodos de conservação que minimizem a perda desses compostos. Portanto, a presente pesquisa oferece uma valiosa base para o aprimoramento da qualidade nutricional e funcional da merenda escolar e para a promoção da saúde e do bem-estar dos estudantes nas instituições de ensino da rede estadual de Sergipe.

5.1 PERSPECTIVAS PARA TRABALHOS FUTUROS

Em estudos futuros visando aumentar a segurança em relação aos dados apresentados, sugere-se a ampliação da amostragem para regiões distintas, produtoras de caju e seriguela,

uma vez que a aquisição em feiras livres não possibilita a designação de origem das frutas. Tal fato pode ser um empecilho para a inserção das frutas regionais no cardápio da merenda escolar.

REFERÊNCIAS

ACCIOLY, E. A escola como promotora da alimentação saudável. **Ensaio**, [s. l.], v. 2, n. 2, p. 1-9, 2009.

ADEM, S. M. *et al.* A Laboratory Experiment for Rapid Determination of the Stability of Vitamin C. **Journal of Chemical Education**, [s. l.], v. 93, n. 10, p. 1766- 1769, 13 set. 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, Seção 1, p. 75-79, 26 dez. 2003.

ALMEIDA, M. M. B.; SOUSA, P. H. M.; ARRIAGA, A. M. C.; PRADO, G. M.; MAGALHÃES, C. E. de C.; MAIA, G. A.; LEMOS, T. L. G. Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. **Food Research International**, [s. l.], v.44, n. 7, p. 2155-2159, 2011.

AMBRÓSIO, C. L. B.; CAMPOS, F. de A. C. e. S.; FARO, Z. P. de. Carotenóides como alternativa contra a hipovitaminose A. **Revista de Nutrição**, [s. l.], v. 19, n. 2, p. 233-243, 2005.

BARBOSA, P. F. **Extração de compostos bioativos e análise de potencial da atividade antioxidante de seriguela (spondias purpurea l.) Em diferentes estádios de maturação**. 2020. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2020. Disponível em: <https://ri.ufs.br/handle/riufs/16188>

BRASIL. Lei n.º11.346, de 15 de setembro de 2006. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 set. 2006.

BRASIL. Lei n.º11.947, de 16 de junho de 2009. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 jun. 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, Seção 1, p. 67-69, 23 set. 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. **Alimentos regionais brasileiros**. 2. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2015. Disponível em: <https://aps.saude.gov.br/biblioteca/visualizar/MTMyMg==#:~:text=RESUMO%3A%20A%20nova%20edição%20desta%20publicação%20tem%20como,regatar%2C%20%20valorizar%20e%20fortalecer%20a%20cultura%20alimentar%20brasileira>. Acesso em: 28 set. 2022.

BRITO, E. S.; SILVA, E. O.; RODRIGUES, S. **Caju – *Anacardium occidentale*. Exotic Fruits Reference Guide**. [S. l.]: Academic Press, 2018. 488 p. ISBN 9780128031537.

BRITO, I. C. de. **Composição nutricional e compostos bioativos das spondias exploradas no brasil**. 2018. 47 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/26598?locale=pt_BR. Acesso em: 12 ag. 2023.

CAVALARI, T. G. F.; SANCHES, R. A. Os efeitos da vitamina c. **Revista Saúde em Foco**, [s. l.], p. 749-765, 2018.

COSTA, G. A. da. **Carotenoides e compostos fenólicos de spondias do nordeste brasileiro: composição e bioacessibilidade**. 2018. 155 f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/995661>. Acesso em: 05 ago. 2023.

FAO/INFOODS GUIDELINES. **Guidelines for Coverting units, Denominators and Expressions, Version 1.0**. 2012. Disponível em: www.fao.org/infoods/infoods/standards-guidelines/en/ Acesso em: 24 maio 2023.

FONSECA, K. Z. *et al.* Formação para manipuladores de alimentos: conhecimento sobre flavonoides e desenvolvimento de preparações para a alimentação escolar. **Revista ELO - Diálogos em Extensão**, [s. l.], v. 06, n. 01, p. 35-45, abr. 2017.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. **A acidez nos alimentos**. 2022. Disponível em: <https://revista-fi.com/artigos/todos/a-acidez-nos-alimentos#:~:text=A%20acidificação%20é%20um%20meio,acidez%20que%20normalmente%20são%20acidificados>. Acesso em: 02 jun. 2022.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. **Ácidos alimentícios**. 2016. Disponível em <https://revista-fi.com/artigos/todos/acidos-alimenticios#:~:text=Os%20principais%20ácidos%20e%20seus,lactona%20e%20o%20ácido%20lactobiônico>. Acesso em: 10 jun. 2022.

FREIRE, J. M. *et al.* Quantificação de compostos fenólicos e ácido ascórbico em frutos e polpas congeladas de acerola, caju, goiaba e morango. **Ciência Rural**, [s. l.], v. 43, n. 12, p. 2291-2296, dez. 2013.

Instituto Adolfo Lutz (São Paulo). Métodos físico-químicos para análise de alimentos /coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea -- São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008 p. 1020

JESUS, M. N. de *et al.* Vitamina C e a relação com a imunidade e como Agente Preventivo da COVID- 19 (Sars -Cov2). **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 10, n. 5, p. 1-8, 2021.

LIMA, A. B. M. de *et al.* Vitamin A deficiency and factors associated with retinol levels in public school students. **Revista de Nutrição**, [s. l.], v. 30, n. 5, p. 605-614, 2017.

MALTA, D. C. Doenças crônicas não transmissíveis, um grande desafio da sociedade. **Revista de Saúde Coletiva: Editorial**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 1, p. 4, jan. 2014.

MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A. J.; VICARIO, I. M.; HEREDIA, F. J. Pigmentos carotenoides: consideraciones estructurales y fisicoquímicas. **Archivos Latinoamericanos De Nutricion**, [s. l.], v. 57, n. 2, p. 109-117, 2007.

MOO-HUCHIN, V. M. *et al.* Determination of some physicochemical characteristics, bioactive compounds and antioxidant activity of tropical fruits from Yucatan, Mexico. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 152, p. 508-515, 2014.

NERIS, T. S.; LOSS, R. A.

; GUEDES, S. F. Caracterização físico-química da seriguela (*Spondias purpurea* L.) colheitadas no município de Barra do Bugres/MT em diferentes estágios de maturação. **Natural Resources**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 10-18, 2016.

PASSOS, O. S.; SOUZA, J. da S. **Considerações sobre a fruticultura brasileira, com ênfase no Nordeste**. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA-CNPMF, 1994. (EMBRAPA-CNPMF. Documentos, 54).

PEREIRA, R. C.; ANGELIS-PEREIRA, M. C. **Compostos fenólicos na saúde humana: do alimento ao organismo**. Lavras-MG: UFLA, 2014.

SILVA, J. L. A. da. **Síntese e secagem de sucos de frutas tropicais e exóticas conteúdo oligossacarídeos: estudos do Cajá, Siriguela e Jambo**. 2013. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/18644?locale=pt_BR. Acesso em: 29 jul. 2023.

SILVA, M. A. M. M. **Contributo para a determinação simultânea, por cromatografia líquida de alta resolução, de carotenoides, vitamina A e vitamina E em amostras compostas por diferentes matrizes alimentares**. 2014. 193 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ipl.pt/handle/10400.21/4428>. Acesso: 16 ago. 2023.

SILVA, Q. J.; FIGUEIREDO, F. J.; LIMA, V. L. A. G. Características físicas e químicas de cirigueliras cultivadas na Zona da Mata Norte de Pernambuco. **Ceres**, [s. l.], v. 63, n. 3, p. 285-290, 2016.

SOARES, E. C. **Caracterização de aditivos para secagem de araçá-boi (*eugenia stipitata* Mc Vaugh) em leite de espuma**. 2009. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimento) - Universidade do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2009. Disponível em: http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=175437. Acesso em: 11 ago. 2023.

SOARES, F. B.; SOUSA, J. M. de; DIMENSTEIN, R. Avaliação da concentração de retinol em leite uht (“ultra high temperature”) comercializado em natal, rio grande do norte. **Química Nova**, [s. l.], v. 31, n. 2, p. 268-269, 2008.

SOUZA, M.A. ; SANTOS, D. F. C. ; CARVALHO, I.M.M. phenolcalc: facilitating the calculation of polyphenols in foods. *nutricion clinica y dietetica hospitalaria*, v. 39, p. 111-

115, 2020.

VERONEZI, C. M.; JORGE, N. Carotenoides em abóbora. **B.CEPPA**, [s. l.], v. 29, n. 1, p. 9-20, 2011.

6 OUTRAS ATIVIDADES

- Voluntário no Programa de Apoio Pedagógico Licenciandos/as – PROLICE.
- Minicurso da VIII Semana Acadêmica – Uma viagem geográfica pelo mundo do vinho.
- Congressista no VIII Seminário de pesquisa sobre Docência em Química (VIII SEPEDOQUI).
- Palestrante na VIII Semana Acadêmica – 3º Seminário institucional dos programas PIBID, RP e PROLICE na UFS.
- Palestrante na I Feira de Ciência do Agreste Sergipano - FECASE.
- Palestrante na I mostra de Recursos didáticos para o ensino de Química e Ciências.
- Palestrante no VIII SEPEDOQUI – minicurso “Do óleo essencial à produção de velas aromáticas”.

ANEXO A - CARDÁPIO DO ENSINO INTEGRAL FUNDAMENTAL DISPONIBILIZADO PELA SEDUC



SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO, DO ESPORTE E DA CULTURA
DEPARTAMENTO DE ALIMENTAÇÃO ESCOLAR
CARDÁPIO ALIMENTAÇÃO ESCOLAR



CARDÁPIO FNDE
Integral Fundamental
Lanche Manhã
2022

SEGUNDA-FEIRA	TERÇA-FEIRA	QUARTA-FEIRA	QUINTA-FEIRA	SEXTA-FEIRA
Bolo Bacia iogurte Banana	Sopa de legumes com macarrão Pão Tipo Hot Dog	Cuscuz Ovos mexidos Maçã	Pão Tipo Hot Dog Frango desfiado Nectar	Canja de galinha Biscoito Cream Cracker

SEGUNDA-FEIRA	TERÇA-FEIRA	QUARTA-FEIRA	QUINTA-FEIRA	SEXTA-FEIRA
Vitamina de banana Bolo Bacia	Cuscuz Ovos mexidos Tangerina	Macaxeira Frango acebolado Broa de milho	Mingau Biscoito Cream Cracker Banana	Batata doce Ovos mexidos Nectar

SEGUNDA-FEIRA	TERÇA-FEIRA	QUARTA-FEIRA	QUINTA-FEIRA	SEXTA-FEIRA
Bolo Bacia iogurte Banana	Sopa de legumes com macarrão Pão Tipo Hot Dog	Cuscuz Ovos mexidos Maçã	Pão Tipo Hot Dog Frango desfiado Nectar	Canja de galinha Biscoito Cream Cracker

SEGUNDA-FEIRA	TERÇA-FEIRA	QUARTA-FEIRA	QUINTA-FEIRA	SEXTA-FEIRA
Vitamina de banana Bolo Bacia	Cuscuz Ovos mexidos Tangerina	Macaxeira Frango acebolado Broa de milho	Mingau Biscoito Cream Cracker Banana	Batata doce Ovos mexidos Nectar

Dayanne K. de Souza Marques
CRN 5 9175
Nutricionista DAE/SEDUC

Esteli Mendonça Barretto
CRN 5 4103
Nutricionista DAE/SEDUC

Hélio Rocha Penalva
CRN 5 8620
Nutricionista DAE/SEDUC



SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO, DO ESPORTE E DA CULTURA
DEPARTAMENTO DE ALIMENTAÇÃO ESCOLAR
CARDÁPIO ALIMENTAÇÃO ESCOLAR



CARDÁPIO FNDE
Integral Fundamental
Almoço
2022

SEGUNDA-FEIRA	TERÇA-FEIRA	QUARTA-FEIRA	QUINTA-FEIRA	SEXTA-FEIRA
Macaronada Arroz branco Salada cozida de batata e cenoura Tangerina	Feijão de caldo Arroz com cenoura Frango acebolado Nectar Salada de alface e tomate	Arroz branco Macarrão ao sugo Lombo bovino Maçã Salada cozida de chuchu e cenoura	Feijão de caldo Arroz branco Fritada com frango desfiado Salada de alface e tomate Melancia	Balão de dois Farofa de cebola Salada cozida de repolho e cenoura Laranja
SEGUNDA-FEIRA	TERÇA-FEIRA	QUARTA-FEIRA	QUINTA-FEIRA	SEXTA-FEIRA
Feijão de caldo Arroz branco Frango ao molho Salada cozida de repolho e cenoura Maçã	Arroz branco Macarrão ao sugo Carne bovina ao molho Salada cozida de batata e cenoura Laranja	Feijão de caldo Arroz com cenoura Frango acebolado Salada de alface e tomate Nectar	Macaronada Arroz refogado Salada cozida de batata e cenoura Maçã	Feijão Arroz com couve Farofa de cebola Salada cozida de chuchu e cenoura Tangerina
SEGUNDA-FEIRA	TERÇA-FEIRA	QUARTA-FEIRA	QUINTA-FEIRA	SEXTA-FEIRA
Macaronada Arroz branco Salada cozida de batata e cenoura Tangerina	Feijão de caldo Arroz com cenoura Frango acebolado Nectar Salada de alface e tomate	Arroz branco Macarrão ao sugo Lombo bovino Maçã Salada cozida de chuchu e cenoura	Feijão de caldo Macaronada Arroz branco Fritada com frango desfiado Salada de alface e tomate Melancia	Balão de dois Farofa de cebola Salada cozida de repolho e cenoura Laranja
SEGUNDA-FEIRA	TERÇA-FEIRA	QUARTA-FEIRA	QUINTA-FEIRA	SEXTA-FEIRA
Feijão de caldo Arroz branco Frango ao molho Salada cozida de repolho e cenoura Maçã	Arroz branco Macarrão ao sugo Carne bovina ao molho Salada cozida de batata e cenoura Laranja	Feijão de caldo Arroz com cenoura Frango acebolado Salada de alface e tomate Nectar	Macaronada Arroz refogado Salada cozida de batata e cenoura Maçã	Feijão Arroz com couve Farofa de cebola Salada cozida de chuchu e cenoura Tangerina

Dayanne K. de Souza Marques
CRN 5 9175
Nutricionista DAE/SE/EDUC

Esteli Mendonça Barretto
CRN 5 4103
Nutricionista DAE/SE/EDUC

Hélio Rocha Penalba
CRN 5 8620
Nutricionista DAE/SE/EDUC



SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO, DO ESPORTE E DA CULTURA
DEPARTAMENTO DE ALIMENTAÇÃO ESCOLAR
CARDÁPIO ALIMENTAÇÃO ESCOLAR



CARDÁPIO FNDE
Integral Fundamental
Lanche Tarde
2022

SEGUNDA-FEIRA	TERÇA-FEIRA	QUARTA-FEIRA	QUINTA-FEIRA	SEXTA-FEIRA
Vitamina de bariana Bolo Bacia	Cuscuz Ovos mexidos Tangerina	Macaxeira Frango acebolado Broa de milho	Mingau Biscoito Cream Cracker Banana	Batata doce Ovos mexidos Nectar
SEGUNDA-FEIRA	TERÇA-FEIRA	QUARTA-FEIRA	QUINTA-FEIRA	SEXTA-FEIRA
Bolo Bacia Iogurte Banana	Sopa de legumes com macarrão Pão Tipo Hot Dog	Cuscuz Ovos mexidos Maçã	Pão Tipo Hot Dog Frango desfiado Nectar	Canja de galinha Biscoito Cream Cracker
SEGUNDA-FEIRA	TERÇA-FEIRA	QUARTA-FEIRA	QUINTA-FEIRA	SEXTA-FEIRA
Vitamina de bariana Bolo Bacia	Cuscuz Ovos mexidos Tangerina	Macaxeira Frango acebolado Broa de milho	Mingau Biscoito Cream Cracker Banana	Batata doce Ovos mexidos Nectar
SEGUNDA-FEIRA	TERÇA-FEIRA	QUARTA-FEIRA	QUINTA-FEIRA	SEXTA-FEIRA
Bolo Bacia Iogurte Banana	Sopa de legumes com macarrão Pão Tipo Hot Dog	Cuscuz Ovos mexidos Maçã	Pão Tipo Hot Dog Frango desfiado Nectar	Canja de galinha Biscoito Cream Cracker

Dayanne K. de Souza Marques
CRN 5 9175
Nutricionista DAE/SE/EDUC

Esteli Mendonça Barretto
CRN 5 4103
Nutricionista DAE/SE/EDUC

Hélio Rocha Penalba
CRN 5 8620
Nutricionista DAE/SE/EDUC

DIAS DA SEMANA	Energia		Proteína	Lípidios	Saturados	Carboidratos	Sódio
	(kcal)	(kJ)	(g)	(g)	(g)	(g)	(mg)
Segunda	1596,59	-	51,84	27,58	10,49	289,74	745,68
Terça	1400,74	-	51,16	19,35	4,85	256,08	1293,56
Quarta	1685,87	-	62,54	33,43	5,19	279,90	1192,14
Quinta	1607,80	-	62,38	29,61	8,53	274,90	1765,30
Sexta	1690,58	-	65,65	37,49	12,01	272,79	2046,45
Média semanal	1596,32	-	58,71	29,49	8,21	274,68	1408,63

Refeições:	
PTN	15%
LIP	20%
CHO	65%

CARDÁPIO FNDE

CUSTO DO CARDÁPIO

Integral Fundam ental	Semana: SEGUNDA 1 E 3 TERÇA 1 E 3 QUARTA 1 E 3 QUINTA 1 E 3 SEXTA 1 E 3				
	Custo:	R\$ 11,49	R\$ 6,36	R\$ 14,17	R\$ 7,57
Integral Fundam ental	Semana: SEGUNDA 2 E 4 TERÇA 2 E 4 QUARTA 2 E 4 QUINTA 2 E 4 SEXTA 2 E 4				
	Custo:	R\$ 9,99	R\$ 8,09	R\$ 11,75	R\$ 9,12
Custo médio das refeições: R\$ 9,71					

ADEQUAÇÃO (%)								
	Nº ref.	Energia (kcal)		Proteína	Lípidios	Saturados	Carboidratos	Sódio
Ensino fundamental (6 - 10 anos)								
20% das necessidades nutricionais/dia	1 refeição	485%	*	476%	403%	*	514%	235%
30% das necessidades nutricionais/dia	2 refeições	324%	*	318%	269%	*	343%	176%
70% das necessidades nutricionais/dia	3 refeições	139%	*	136%	115%	*	147%	101%
Ensino fundamental (11 - 15 anos)								
20% das necessidades nutricionais/dia	1 refeição	337%	*	331%	281%	*	357%	235%
30% das necessidades nutricionais/dia	2 refeições	225%	*	221%	187%	*	238%	176%
70% das necessidades nutricionais/dia	3 refeições	96%	*	95%	80%	*	102%	101%
Ensino Médio								
20% das necessidades nutricionais/dia	1 refeição	294%	*	288%	244%	*	311%	235%
30% das necessidades nutricionais/dia	2 refeições	195%	*	191%	162%	*	207%	176%
70% das necessidades nutricionais/dia	3 refeições	84%	*	82%	70%	*	89%	101%
Educação de Jovens e Adultos (19 a 30 anos)								
20% das necessidades nutricionais/dia	1 refeição	335%	*	328%	278%	*	354%	235%
30% das necessidades nutricionais/dia	2 refeições	223%	*	219%	186%	*	236%	176%
70% das necessidades nutricionais/dia	3 refeições	96%	*	94%	80%	*	101%	101%
Educação de Jovens e Adultos (31 a 60 anos)								
20% das necessidades nutricionais/dia	1 refeição	348%	*	341%	289%	*	368%	235%
30% das necessidades nutricionais/dia	2 refeições	232%	*	227%	193%	*	245%	176%
70% das necessidades nutricionais/dia	3 refeições	99%	*	97%	83%	*	105%	101%

VALORES DE REFERENCIA					
Ensino fundamental (6 - 10 anos)					
Valores de referência para:	KCAL	Proteína(g)	Lípidios(g)	Carboidratos(g)	Na (mg)
20% das necessidades nutricionais/dia	329	12	7	53	600
30% das necessidades nutricionais/dia	493	18	11	80	800
70% das necessidades nutricionais/dia	1150	43	26	187	1400
Ensino Fundamental (11 a 15 anos)					
Valores de referência para:	KCAL	Proteína(g)	Lípidios(g)	Carboidratos(g)	Na (mg)
20% das necessidades nutricionais/dia	473	18	11	77	600
30% das necessidades nutricionais/dia	710	27	16	115	800
70% das necessidades nutricionais/dia	1656	62	37	269	1400
Ensino Médio					
Valores de referência para:	KCAL	Proteína(g)	Lípidios(g)	Carboidratos(g)	Na (mg)
20% das necessidades nutricionais/dia	543	20	12	88	600
30% das necessidades nutricionais/dia	818	31	18	133	800
70% das necessidades nutricionais/dia	1902	71	42	309	1400
Educação de Jovens e Adultos (19 a 30 anos)					
Valores de referência para:	KCAL	Proteína(g)	Lípidios(g)	Carboidratos(g)	Na (mg)
20% das necessidades nutricionais/dia	477	18	11	78	600
30% das necessidades nutricionais/dia	715	27	16	116	800
70% das necessidades nutricionais/dia	1668	63	37	271	1400
Educação de Jovens e Adultos (31 a 60 anos)					
Valores de referência para:	KCAL	Proteína(g)	Lípidios(g)	Carboidratos(g)	Na (mg)
20% das necessidades nutricionais/dia	459	17	10	75	600
30% das necessidades nutricionais/dia	689	26	15	112	800
70% das necessidades nutricionais/dia	1607	60	36	261	1400

ANEXO B - ANÁLISE DE SAZONALIDADE

O período de disponibilidade das frutas foi retirado de um documento disponibilizado pela CEAGESP, em 2005.

Frutas de acesso nacional												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Maçã Fuji	Amarelo					Amarelo	Amarelo	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde
Maçã Gala	Amarelo	Verde	Verde	Verde	Verde	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo			
Banana Prata								Amarelo	Verde	Verde	Verde	Amarelo
Banana Maçã	Amarelo	Amarelo	Verde	Verde	Verde	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Verde	Amarelo		
Banana Nanica	Amarelo	Amarelo	Verde	Verde	Verde			Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	
Melancia	Amarelo	Verde	Amarelo	Amarelo					Amarelo	Amarelo	Amarelo	Verde
Tangerina Pokan				Amarelo	Verde	Verde	Verde	Amarelo				
Frutas de acesso regional												
Acerola	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo	Amarelo				Verde	Verde	Verde	Verde
Cajá	Verde									Verde	Verde	Verde
Seriguela/Ciriguela	Amarelo	Verde										
Caju								Amarelo	Verde	Verde	Amarelo	Amarelo
Umbu	Verde	Verde	Verde									Verde

 Época de média disponibilidade
 Época de maior disponibilidade