

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

DANIEL ALESSANDER DOS SANTOS CARVALHO

PROCESSOS QUÍMICOS DA INDÚSTRIA DE
BEBIDAS GASEIFICADAS DO GRUPO AÇAÍ FUTURO

SÃO CARLOS - SP

2022

DANIEL ALESSANDER DOS SANTOS CARVALHO

PROCESSOS QUÍMICOS DA INDÚSTRIA DE BEBIDAS GASEIFICADAS DO GRUPO
AÇAI FUTURO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Química da Universidade Federal de São Carlos, para a obtenção do título de bacharel em química tecnológica.

Orientador: Prof. Dr. Renato Lajarim Carneiro

São Carlos - SP
2022

RESUMO

Sendo um mercado bicentenário, as indústrias de refrigerantes possuem uma das bebidas mais consumidas no mundo, tal sucesso é fruto do grande desempenho de empresas consolidadas no mercado que impulsionaram a qualidade e a visibilidade das bebidas gaseificadas, esse crescimento é perceptível ao observar que pelo nono ano consecutivo, a Coca-Cola Company foi a marca mais consumida do mundo. Diante desse cenário, ainda há espaço para inovações e maiores crescimento? Com consumidores mais preocupados em consumir bebidas de caráter mais saudável, as indústrias desse segmento precisaram se reinventar para essa tendência, e atenta a essa perspectiva, a empresa Açai Futuro propôs um produto mais saudável e com raízes nacionais, lançando o refrigerante de açai. De olho nesse produto nacional e inovador, o presente estudo realizou a revisão bibliográfica do processo produtivo dos refrigerantes regular e zero açúcar da marca Açai Futuro, além dos ingredientes que compõem as bebidas. Foi realizado o levantamento bibliográfico baseando-se em teses acadêmicas, dissertações, artigos científicos, livros disponíveis em canais digitais e bibliografias contidas em arquivos internos da companhia e de empresas contribuintes do processo de fabricação.

Palavras-chave: Refrigerantes. Processo produtivo. Ingredientes. Açai Futuro.

ABSTRACT

Being a bicentennial market, the soft drink industries have one of the most consumed beverages in the world, such success is the result of the great performance of companies consolidated in the market that boosted the quality and visibility of carbonated beverages, this growth is noticeable when observing that by the ninth consecutive year, the Coca-Cola Company was the most consumed brand in the world. Given this scenario, is there still room for innovation and greater growth? In a world increasingly concerned with consuming healthier beverages, the soft drink industry had to reinvent itself for this trend, and attentive to this perspective, the company Açai Futuro proposed a healthier product with national roots, launching the soft drink from açai. With an eye on this national and innovative product, the present study carried out a bibliographic review of the production process of regular and zero sugar soft drinks of the Açai Futuro brand, in addition to the ingredients that make up the drinks. A bibliographic survey was carried out from academic theses, dissertations, scientific articles, books available on digital channels and bibliographies contained in the company's internal files and companies contributing to the manufacturing process.

Keywords: Soft drinks. Production process. Ingredients. Açai Futuro.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Portfólio de produtos da empresa Açaí Futuro.	7
Figura 2 - Açaí Futuro regular PET de 510 mL e lata de 310 mL.	9
Figura 3 - Síntese da sacarose.	10
Figura 4 - Representação da mudança no desvio da luz polarizada, antes e após hidrólise da sacarose.	10
Figura 5 - Estrutura química do Ácido Oleico (18:1).	12
Figura 6 - Estrutura química da Antirritinina (Cianidina-3-rutinosídeo).	13
Figura 7 - Estrutura química do ácido ascórbico ($C_6H_8O_6$).	14
Figura 8 - Estrutura química do acidulante ácido cítrico ($C_6H_8O_7$).	15
Figura 9 - Estrutura química do conservante benzoato de sódio ($C_7H_5NaO_2$).	16
Figura 10 - Estrutura química do conservante sorbato de potássio ($C_6H_7KO_2$).	16
Figura 11 - Estrutura química do corante vermelho 40 ($C_{18}H_{14}N_2Na_2O_8S_2$).	17
Figura 12 - Estrutura química do corante amarelo crepúsculo	17
Figura 13 - Estrutura molecular do corante azul brilhante ($C_{37}H_{34}N_2Na_2O_9S_3$).	17
Figura 14 - Equação química da formação de ácido carbônico.	18
Figura 15 - Açaí Futuro zero açúcar PET de 510 mL e lata de 310 mL.	19
Figura 16 - Estrutura química do edulcorante Acessulfame K ($C_4H_4KNO_4S$).	19
Figura 17 - Estrutura química do edulcorante Sucralose ($C_{12}H_{19}Cl_3O_8$).	19
Figura 18 - Estrutura química do espessante goma xantana ($C_{35}H_{49}O_{29}$).	20
Figura 19 - Fluxograma do processo produtivo dos refrigerantes Açaí Futuro.	21
Figura 20 - Equipamento filtro de cloro de água.	22
Figura 21 - Esquematização do balanço de massas simplificado no sistema tanque e calha dissolvedora na produção do refrigerante regular.	23
Figura 22 - Esquematização do balanço de massas simplificado no sistema tanque e calha dissolvedora na produção do refrigerante zero açúcar.	23
Figura 23 - Equipamento tanque dissolvedor.	23
Figura 24 - Equipamento calha dissolvedora.	24
Figura 25 - Equipamento tanque fervedor de xarope.	25
Figura 26 - Esquematização da micrografia do carvão ativado.	26
Figura 27 - Equipamento filtro pré-capa.	27
Figura 28 - Equipamento trocador de calor.	28
Figura 29 - Esquema do balanço de massas simplificado no tanque agitador.	28
Figura 30 - Equipamento tanque agitador.	29

Figura 31 - Tipos de pré-formas PET.	30
Figura 32 - Esquematização dos processos de modelagem sopradora.	30
Figura 33 - Equipamento máquina sopradora de pré-formas PET.	31
Figura 34 - Sistema pré-mix Unimix automático com desaerador RZ.	31
Figura 35 - Esquematização do balanço de massas simplificado no Sistema Pré-mix Unimix.	33
Figura 36 - Conjunto bloqueado dos equipamentos rinser, enchedora e tampadora.	33
Figura 37 - Equipamento empacotadora.	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Ranking de países por relevância em distribuição e vendas em 2016	5
Tabela 2 - Consumo médio per capita de refrigerantes por país em 2018	5

LISTA DE ABREVIações

ABIR - Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas não Alcoólicas

AISI - *American Iron and Steel Institute* (Instituto Americano do Ferro e do Aço)

ANVISA - Agência Brasileira de Vigilância Sanitária

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

GPA - Grupo Pão de Açúcar

INS - *International Numbering System* (Sistema Internacional de Numeração de Aditivos Alimentares)

PET - Polietileno Tereftalato

SICOBEBE - Sistema de Controle de Produção de Bebidas

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
OBJETIVOS	2
METODOLOGIA	2
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
4.1. DEFINIÇÃO HISTÓRICA DO REFRIGERANTE	2
4.2. INDÚSTRIA DO REFRIGERANTE	3
4.2.1. Players do Mercado	6
4.3. GRUPO AÇAÍ FUTURO	6
4.3.1. Da empresa	6
4.3.2. Do conceito	7
4.3.3. Açaí	7
4.3.4. Frutos amazônicos	8
4.4. MATÉRIAS-PRIMAS PARA PRODUÇÃO DO REFRIGERANTE AÇAÍ FUTURO REGULAR	8
4.4.1. Água	9
4.4.2. Açúcar	9
4.4.3. Extratos naturais	11
4.4.3.1. Extrato natural de açaí	12
4.4.3.2. Extrato natural de guaraná	13
4.4.4. Ácido ascórbico	13
4.4.5. Vitaminas do complexo B e Inositol	14
4.4.6. Acidulantes	15
4.4.7. Conservantes	15
4.4.8. Corantes artificiais	16
4.4.9. Dióxido de carbono	18
4.5. MATÉRIAS-PRIMAS PARA PRODUÇÃO DO REFRIGERANTE AÇAÍ FUTURO ZERO AÇÚCAR	18
4.5.1. Edulcorantes Artificiais	19
4.5.2. Goma Xantana	20
4.6. PROCESSO PRODUTIVO DOS REFRIGERANTES AÇAÍ FUTURO	21
4.6.1. Filtro Declorador de Água	21
4.6.2. Tanque dissolvedor de açúcar	22
4.6.3. Calha dissolvedora de açúcar	24
4.6.4. Tanque fervedor de xarope	25
4.6.5. Filtro pré-capa	26
4.6.6. Bomba centrífuga sanitária com trocador de calor	27
4.6.7. Tanque agitador	28
4.6.8. Sopradora de pré-forma	29
4.6.9. Maquinários do Sistema Pré-mix Unimix Automático com Des aerador RZ	31
4.6.9.1. Des aerador	32
4.6.9.2. Misturador	32
4.6.9.3. Carbonatador	32

4.6.10 Conjunto blocoado rinser, enchedora e tampadora	33
4.6.10.1. Rinser	33
4.6.10.2. Enchedora	34
4.6.10.3. Tampadora	34
4.6.10.4. Empacotadora	34
4.7. PÓS-ENVASE E TEMPO DE VIDA ÚTIL	35
CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

1.INTRODUÇÃO

O refrigerante é uma bebida gaseificada, não alcoólica de grande valor energético em função dos seus altos níveis de açúcar, ingrediente esse que é substituído por edulcorantes nas bebidas diet, light e/ou zero açúcar, além disso, a bebida é composta por corantes e conservantes. O sabor dos refrigerantes vem da mistura de gás carbônico, aromas e concentrados, que em alguns casos podem ser sintéticos, naturais ou uma mistura de ambos os tipos.

O surgimento da primeira bebida aromatizada foi em Paris em 1676, após uma empresa comercializar uma mistura de água, suco de limão e açúcar. Entretanto, a primeira bebida gaseificada, propriedades essas que caracterizam o refrigerante, só foi surgir em 1772 com Joseph Priestley após sucessivas experiências adicionando gás em líquidos, entretanto, a bebida gaseificada só começou a ser comercializada em 1830. Nessa época, os farmacêuticos tentavam associar ingredientes curativos às bebidas gaseificadas. (ESCOLA, 2020).

Após anos de comercialização das bebidas gaseificadas pelas indústrias farmacêuticas, que na época tinham outras frentes de negócios, surgiu um grande movimento de empreendedores, onde alguns deles eram farmacêuticos, e eles iniciaram seus próprios negócios como indústria de bebidas. O primeiro exemplo é do farmacêutico John Pemberton de Atlanta, que em 1886 criou uma mistura de caramelo e adicionou água carbonatada (gasosa). No mesmo ano, o contador Frank Robinson, batizou a sua bebida gaseificada de Coca-Cola e escreveu o nome de próprio punho. Na época, os refrigerantes da Coca-Cola eram vendidos em redes de farmácia por USD 0,05, como bebida para ajudar na digestão. A sua chegada ao Brasil foi oficializada em 1941, na cidade de Recife. (ESCOLA, 2020).

Em 1898, o também farmacêutico Caleb Bradham criou a Pepsi-Cola, no estado da Carolina do Norte. A bebida tinha funções medicinais e tinha a finalidade de auxiliar a digestão. Seu nome foi retirado de um dos seus principais ingredientes, a pepsina e as nozes de cola. Atualmente, a Pepsi é a maior concorrente da Coca-Cola Company, ambas as empresas dominam o mercado de refrigerantes, onde somente as duas possuem 74% do mercado global, sendo 43% da Coca-Cola e a Pepsi com 31%. A Pepsi só foi chegar ao Brasil, 12 anos após a chegada da Coca-Cola, em 1953 e desde então é um dos refrigerantes mais consumidos.

Atualmente, há diversas classificações dos refrigerantes baseadas na sua forma de produção e os ingredientes que compõem a fórmula. Primeiramente, tem os refrigerantes constituídos por sumo de frutas com quantidade mínima de uma ou várias frutas na fórmula. Os refrigerantes à base de extratos vegetais, que são dissolvidos em água com aromatizantes podendo haver ou não sumo e outros ingredientes vegetais. E por fim, os refrigerantes à base de aromatizantes onde são dissolvidos os aromas, sumos, açúcares, dióxido de carbono, acidulantes e antioxidantes, sendo esta última classificação a mais produzida mundialmente, seguida por empresas como Pepsi e Coca-Cola. (ESCOLA, 2020).

2. OBJETIVOS

Esse trabalho tem como objetivo a revisão bibliográfica do processo produtivo dos refrigerantes Açaí Futuro regular e zero açúcar, das matérias-primas e dos maquinários que compõem essa linha de produção. Juntamente, serão levantados dados históricos e econômicos, sobre o mercado global e nacional de refrigerantes, além de um breve estudo sobre a empresa e seus conceitos.

3. METODOLOGIA

Para a elaboração deste trabalho, foi realizado um levantamento bibliográfico de artigos científicos, estudos acadêmicos, informações da própria empresa e da envasadora licenciada. Todas as informações das empresas são recentes e foram previamente revisadas e analisadas, para evitar exposição de informações sigilosas de produção e fornecedores.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. DEFINIÇÃO HISTÓRICA DO REFRIGERANTE

Muitos europeus acreditaram por muito tempo que as águas minerais naturais tinham propriedades medicinais e as viam como alternativas à água potável comum. Em 1772, o químico britânico Joseph Priestley inventou um meio para carbonatar sinteticamente a água, após esse marco, a fabricação comercial de águas minerais artificiais iniciou o primeiro negócio da época com Jacob Schweppe em Genebra na década de 1780 e em Londres após 1790. (JORGENSEN, 1994).

O primeiro fabricante americano conhecido de água com gás, como era então conhecida, foi o químico da Universidade de Yale, Benjamin Silliman, em 1807, embora Joseph Hawkins, de Baltimore, tenha garantido a primeira patente americana do equipamento para produzir a bebida dois anos depois. Na década de 1820, as farmácias de todo o país ofereciam a bebida como remédio para várias doenças, principalmente as digestivas. (JORGENSEN, 1994).

Embora as águas gaseificadas continuassem a ser vendidas como produto de valor terapêutico, em meados da década de 1830, muitos clientes começaram a consumir como um produto refrescante, quando houve a adição de açúcar e dos aromatizantes. As fontes de refrigerante surgiram como características regulares das drogarias na década de 1860 e serviam bebidas aromatizadas com gengibre, baunilha, frutas, raízes e ervas. Em 1874, uma loja da Filadélfia combinou dois produtos populares para fazer o primeiro refrigerante de sorvete conhecido. A primeira bebida à base de cola, só foi surgir em 1881. (JORGENSEN, 1994).

Aos poucos o conceito da bebida foi mudando, antes aplicada como uma água gaseificada artificialmente, a adição de açúcares e aromatizantes mudaram o conceito para uma bebida gaseificada não alcoólica, adocicada e saborizada. Com o surgimento de diversos refrigerantes, o aroma de cola se destacou e passou a ser o sabor mais consumido no mundo. Nacionalmente, o sabor cola emplaca a segunda colocação, perdendo para o sabor guaraná, a fruta é destaque no país, mostrando a força de um fruto tipicamente nacional. O refrigerante de guaraná começou a ser produzido, quando foi criado o xarope da fruta trazida diretamente do estado do Amazonas. (VENTURINI FILHO, 2016).

4.2. INDÚSTRIA DO REFRIGERANTE

A primeira indústria de refrigerante surgiu nos Estados Unidos em 1871. Em 1886, John Pemberton, um farmacêutico de Atlanta, criou a bebida que se tornou o maior símbolo americano, a Coca-Cola. No Brasil, a primeira empresa de refrigerante só foi surgir em 1904, nessa época o processo era artesanal, e as produções não passavam de 150 garrafas por hora. No Brasil, a instalação da primeira unidade fabril de refrigerantes foi em 1942, construída pela companhia Cola-Cola, na cidade do Rio de Janeiro.

No final de 1800, houve um grande aumento de marcas no segmento, onde muitas das empresas eram do ramo farmacêutico, porém, mesmo com a entrada das indústrias farmacêuticas, as indústrias alimentícias ainda iriam se destacar e ganhar o mercado. Na década de 1880, novas empresas de refrigerante surgiram, Dr. Pepper em Waco, Texas, em 1885, Coca-Cola em Atlanta, Geórgia, em 1886, e Pepsi-Cola em New Bern, Carolina do Norte, em 1893, entre outros

A história da Coca-Cola mostra o desenvolvimento das indústrias. Para limitar o custo do transporte, os fabricantes de xarope alinharam negócios com envasadoras licenciadas para misturar o produto, embalar e distribuí-lo em um território específico. Depois de 1923, diretores da Coca-Cola inovaram com marketing e publicidade arriscadas que fizeram da marca líder do mercado e ícone cultural. Durante a Segunda Guerra Mundial, a Coca-Cola abriu operações de engarrafamento no exterior para fornecer bebidas aos militares dos EUA. Após a guerra, a empresa possuía instalações internacionais, não apenas para vender produtos de consumo, mas vender o produto símbolo dos americanos.

Após a Segunda Guerra Mundial, a indústria de refrigerantes tornou-se líder em publicidade televisiva, usando a imagem de celebridades, slogans cativantes, ligações com filmes de Hollywood e outras formas de marketing em massa e alcance global, na época, seu principalmente foco eram os consumidores mais jovens, onde se enfatizava a juventude. À medida que a consciência de saúde, condicionamento físico e a conscientização ambiental tornaram-se assuntos populares, a indústria respondeu com refrigerantes diet sem açúcar e de baixa caloria, começando na década de 1960. Na mesma época, as indústrias de refrigerantes reduziram a quantidade de cafeína e deram início aos recipientes recicláveis.

Em 2016, o Brasil era o 3º país em relevância de vendas, chegando à marca de 15.638 milhões de litros distribuídos, como observado na Tabela 1. Apesar de ser um grande player de vendas, em 2018 o Brasil ocupou a 10ª posição no ranking dos países de maior consumo per capita, chegando a incríveis 114,6 litros por pessoa, valor acima da média global de 91,9 per capita, como mostra a Tabela 2.

Tabela 1 - Ranking de países por relevância em distribuição e vendas em 2016.

Posição	País	Distribuição (milhões de litros)
1	Estados Unidos	48.761,90
2	México	15.952,50
3	Brasil	15.638,20
4	China	13.102,50
5	Alemanha	7.739,90

Fonte: Coelho, 2016

Tabela 2 - Consumo médio per capita de refrigerantes por país em 2018.

Posição	País	Consumo em litros per capita
1	China	410,7
2	Estados Unidos	356,8
3	Espanha	267,5
4	Arábia Saudita	258,4
5	Argentina	250,4
6	Nigéria	233,0
7	Japão	185,8
8	Reino Unido	168,3
9	Turquia	160,6
10	Brasil	114,6

Fonte: Instituto de pesquisa de mercado *Euromonitor International*. 2018.

Mesmo apresentando indicadores econômicos robustos e com crescente na média global de consumo por habitante, o segmento busca se reinventar ao observar quedas nas médias de consumo em países desenvolvidos, tendo em vista que esses países possuem maior preocupação com pautas ambientais e de saúde do consumidor.

4.2.1. Players do Mercado

No cenário global, nove empresas lideram o mercado de refrigerantes com 96,5% das vendas. A indústria líder é a Coca-Cola com mais de 43% do *market share*, seguida por Pepsi com 31% da quota do mercado, enquanto que aproximadamente 26% pertencem a todas as outras indústrias do setor. Em questão de produto, sete marcas individuais responderam por quase dois terços de todas as vendas: Coca-Cola Classic (20% do mercado), Pepsi-Cola, Diet Coke, Mountain Dew (produto da Pepsi), Sprite (produto da Coca-Cola), Dr. Pepper e Diet Pepsi.

No âmbito nacional existe o domínio absoluto da Coca-Cola Company, com incríveis 60,7%, que curiosamente, vem aumentando o seu *market share* ano após ano. Em seguida, vem a maior produtora e envasadora de bebidas do Brasil, a Ambev, pertencente ao grupo Inbev. A Ambev possui atualmente 19,1% do mercado, a empresa é licenciada para produção e distribuição da marca Pepsi no território nacional, logo, a Pepsi é indiretamente representada pela Ambev. (COELHO, 2016)

Segundo o SICOBE (Sistema de Controle de Produção de Bebidas), das 287 fábricas de refrigerante existentes no Brasil, 30 indústrias são da Coca-Cola, a Ambev vem em seguida com 25 unidades e em terceiro a Brasil Kirin com 9 fábricas, sendo estas duas últimas produtoras de cervejas e refrigerantes, logo apenas uma pesquisa *in loco* poderia afirmar quais fábricas são exclusivas para refrigerantes.

4.3. GRUPO AÇAÍ FUTURO

4.3.1. Da empresa

Fundada por Pedro Mendes Neto em 2014, a Açai Futuro é uma empresa do ramo alimentício, com foco na produção de refrigerantes. A empresa possui a missão de proporcionar inovação em seu portfólio de produtos e serviços, visando maior diferencial dentre seus pares do segmento, e compartilhando resultados positivos com os amantes da bebida. A empresa possui a visão de ser uma referência global na prospecção de produtos voltados para a saúde e bem estar do indivíduo, se atentando em produtos que atendam a maior gama de consumidores, propondo um produto o mais próximo do sabor original do fruto e saudável para o organismo. Quanto aos valores da empresa, preza pelo comprometimento ético e transparência nos negócios, buscando proporcionar a melhor qualidade de serviços e produtos, valorizando o ser humano e agindo de forma responsável social e ambientalmente.

A trajetória da empresa começou no exterior, onde a empresa tinha, praticamente, 90% da receita no mercado externo, em países como: Qatar, Estados Unidos, Holanda, Alemanha, Itália e países da América Latina e Europa. A primeira grande dificuldade foi imposta pela pandemia da COVID-19, onde as exportações foram previamente canceladas e com isso, a empresa teve que se readaptar e entrar de vez no mercado nacional, ideia essa que já estava no planejamento da empresa.

Atualmente, a empresa está crescendo nacionalmente e recuperando clientes do mercado externo. Seu portfólio de produtos engloba refrigerantes com sabor de açaí em versões com açúcar (conhecido na indústria como, regular) e zero açúcar, líquidos esses vendidos em garrafa PET (Polietileno tereftalato) de 510mL e em lata de alumínio de 310mL, como visualizado na Figura 1.

Figura 1 - Portfólio de produtos da empresa Açaí Futuro



Fonte: Site oficial da Açaí Futuro

4.3.2. Do conceito

Atuando em um mercado com grande barreira de entrada, além de uma bebida com alto valor energético e refrescância, a empresa vende o conceito de consumir uma bebida de um fruto do maior símbolo nacional, a Floresta Amazônica. Sabendo disso, a empresa tem planos de se firmar na indústria de refrigerante proporcionando novos sabores de frutos amazônicos. (ARQUIVOS AÇAÍ FUTURO, 2022)

4.3.3. Açaí

O açaí é um fruto brasileiro cultivado predominantemente na região amazônica, sendo 90% dessa produção no estado do Pará. O açaí vem do açazeiro ou palmeira-açaí (*Euterpe oleracea*), nativa da região amazônica, que abrange, além do Brasil,

países como: Venezuela, Colômbia, Equador, Guianas e Peru. Cada palmeira costuma ter cerca de quatro cachos por ano e capacidade de produzir uma quantidade aproximada de três a seis quilos do fruto.

O fruto possui coloração roxa escura, de aspecto físico arredondado, nasce em cachos e, na maioria das vezes, em locais com solos mais úmidos ou alagados. A forte coloração do açaí é característica de uma substância de grande presença no fruto, que é a antocianina, uma substância antioxidante que inibe a oxidação de moléculas do organismo. Nutricionalmente, o açaí é rico em proteínas, vitaminas, minerais, fibras e gorduras vegetais. (MUNDO EDUCAÇÃO, 2022)

Todas essas características, como a composição química, a exclusividade de plantio em terreno nacional, valor social e econômico, fazem do açaí o primeiro fruto amazônico no portfólio da empresa, mostrando que a empresa está trilhando o seu principal conceito. (MUNDO EDUCAÇÃO, 2022)

4.3.4. Frutos amazônicos

A Floresta Amazônica é o maior ecossistema do mundo, possuindo uma enorme biodiversidade de fauna e flora. O Brasil é o segundo grande centro de origem de espécies frutíferas tropicais, atrás apenas do Sudeste Asiático. Na Amazônia Brasileira concentram-se 44% das 500 espécies de frutas nativas do País. Estudos apontam a existência de 220 plantas produtoras de frutos comestíveis na região amazônica, entretanto, são poucas as frutas domesticadas e utilizadas na área comercial. (EMBRAPA, 2016)

4.4. MATÉRIAS-PRIMAS PARA PRODUÇÃO DO REFRIGERANTE AÇAÍ FUTURO REGULAR

Os ingredientes que compõem a formulação do refrigerante Açaí Futuro, seguem os padrões da indústria de refrigerantes, mudando apenas nos extratos e aromas, ingredientes esses que implementam propriedades organolépticas únicas à bebida e que caracterizam a marca. Esses ingredientes possuem finalidades específicas na formulação e devem se enquadrar nos padrões estabelecidos pelos órgãos regulamentadores nacionais e internacionais, sendo a principal desses órgãos a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). Os refrigerantes Açaí Futuro regular se diferenciam com a tampa totalmente roxa da garrafa PET de 510mL e sem

a tira branca com escrita “zero açúcar” em ambas as embalagens, como é observado na Figura 2. (ARQUIVOS AÇAÍ FUTURO, 2022)

Figura 2 - Açaí Futuro regular PET de 510 mL e lata de 310 mL.



Fonte: Site oficial da Açaí Futuro

4.4.1. Água

É o ingrediente com maior quantidade na formulação, constituindo cerca de 88% m/m do produto final, sendo sua principal função diluir o xarope e os aditivos, onde conseqüentemente, proporciona maior leveza e volume à bebida.

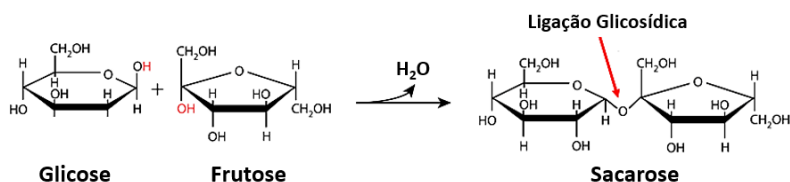
A água utilizada no processo produtivo, segue um completo e rigoroso plano de higienização, onde são incluídos equipamentos e metodologias que ao final do processo, garantem à água tratada, propriedades essenciais para o consumo humano. A maior preocupação da equipe de controle de qualidade está nos possíveis contaminantes na água, principalmente, com os microorganismos e compostos prejudiciais à saúde humana. A melhor forma de certificar a qualidade da água, previamente tratada pelo equipamento, é a partir de ensaios microbiológico, químico e físico-químico. Ao final das análises, busca-se uma água límpida, inodora e livre de microorganismos. (SILVA LIMA, A.C e AFONSO J. C., 2009)

4.4.2. Açúcar

É o segundo ingrediente em quantidade nas formulações, com cerca de 11% m/m, conferindo à bebida o sabor adocicado característico dos refrigerantes. A partir da dissolução do açúcar em água quente, é produzido o xarope simples, sendo esse componente responsável em dar corpo ao produto, fixar o sabor no paladar e fornecer alto valor energético à bebida. (SILVA LIMA, A.C e AFONSO J. C., 2009)

A sacarose, é um dissacarídeo de fórmula $C_{12}H_{22}O_{11}$, formada a partir da condensação da Glicose + Frutose, como mostrado na figura 3. A sacarose é o principal açúcar utilizado para a produção do xarope simples. As indústrias de refrigerantes são as maiores consumidoras de açúcares do mercado nacional, e em função dessa alta demanda muitas usinas sucroenergéticas vendem o “açúcar líquido”, que é um xarope de sacarose com concentrações pré-determinadas pelas fábricas de refrigerantes, que simplifica o processo industrial. (POTTER, 1998)

Figura 3 - Síntese da sacarose.

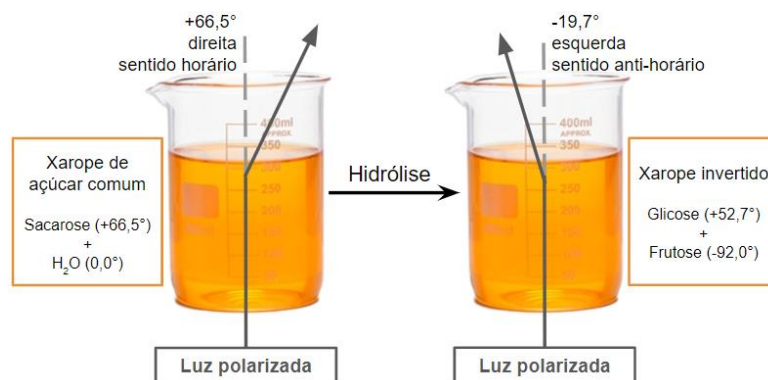


Fonte: pt.wikipedia

Muitas empresas de refrigerantes, também utilizam o açúcar invertido para produzir o xarope simples, o qual surge a partir do aquecimento da sacarose na presença de água, ácido cítrico e/ou da enzima invertase. (POTTER, 1998). Denominado de hidrólise da sacarose, esse processo quebra a sacarose em glicose e frutose, em um processo total de hidrólise (100% de conversão), temos a mudança da luz polarizada (dextrogiro para levógiro) com a formação de ambas as molécula.

No ponto de vista físico-químico, durante a hidrólise, temos que a molécula de sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$), possui uma rotação específica de $+66.5^\circ$, e a molécula de água (H_2O), que não possui rotação, resultam na formação da glicose ($C_6H_{12}O_6$), com rotação específica de $+52.7^\circ$, e na formação da frutose ($C_6H_{12}O_6$), com rotação específica de -92° , como é possível observar no Figura 4. (BELITZ, 2009)

Figura 4 - Representação da mudança no desvio da luz polarizada, antes e após hidrólise da sacarose.



Fonte: Imagem própria

A reação inicia com um ângulo de $66,5^\circ$ e é convertido para $-19,65^\circ$ (metade da soma da rotação específica de frutose e glicose). É possível observar esse fenômeno óptico, no decorrer da reação, com o auxílio de um polarímetro.

No ponto de vista produtivo e econômico, o açúcar invertido é um perfeito substituto da sacarose em função da sua menor tendência de se cristalizar, isso garante maior tempo de prateleira da matéria-prima e dos produtos acabados. Além disso, o açúcar invertido confere melhor textura aos alimentos, retém mais a umidade, contribui no assentamento de aromas e apresenta um nível de doçura levemente maior que o açúcar comum (da sacarose). (BELITZ, 2009)

4.4.3. Extratos naturais

Os extratos naturais ou vegetais, são comumente conhecidos na indústria alimentícia como aromas, eles conferem propriedades organolépticas únicas e características aos alimentos. Os concentrados podem ser obtidos por processos de extração e/ou destilação de frutas e vegetais, por tanto, são os sucos de frutas, óleos essenciais e seus destilados os responsáveis por carregar essas propriedades aromáticas únicas nas formulações. (SILVA LIMA, A.C e AFONSO J. C., 2009)

Os aromas são classificados baseados na sua composição química, temos os aromas naturais, que levam na sua composição somente o fruto, erva, especiaria, entre outros, extraídos naturalmente, temos os aromas naturais reforçados, que são os aromas naturais com adição de aromatizantes, com finalidade de reforçar aromas. Há também os aromas naturais reconstituídos, que são misturas de substâncias idênticas às naturais disponíveis na natureza. Aromas naturais compostos são misturas de diferentes aromas naturais, esta nomenclatura é utilizada em concentrados que não possuem sabor e/ou odor definidos, os maiores exemplos são

os aromas de guaraná e de cola, muito utilizados na indústria de refrigerantes. E por fim os aromas artificiais, em são substâncias aromatizantes sintéticas, inexistentes na natureza.

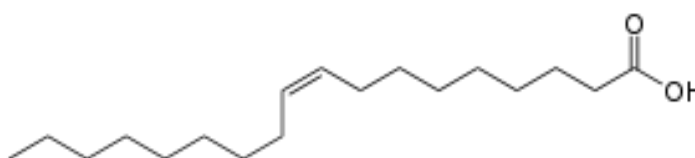
Nas formulações de refrigerantes, os extratos representam menos de 1 % m/m, com limite máximo de resíduo quantum satis, que significa que a presença não intencional de resíduos em quantidades tecnicamente inevitáveis, não representam riscos para a saúde humana. Sendo compostos aromáticos voláteis, sua estocagem é realizada em refrigeradores abaixo de 10°C. Abaixo veremos os dois únicos extratos naturais presentes nos refrigerantes Açai Futuro regular e zero açúcar, que juntos formam o aroma composto da formulação.

4.4.3.1. Extrato natural de açai

O extrato de açai é o concentrado responsável por conferir o sabor de açai ao produto final da marca. A adoção do extrato de açai surge a partir do conceito da empresa de ser uma indústria produtora de refrigerantes à base de frutos amazônicos. (SILVA LIMA, A.C e AFONSO J. C., 2009)

O óleo extraído do açai é composto de ácidos graxos, sendo 60% monoinsaturados, onde tem-se uma grande quantidade de ácido oleico (Figura 5), enquanto que 13% do óleo é composto por ácidos graxos poliinsaturados. Comparada às outras fontes de proteínas, o óleo de açai em base úmida possui teor superior ao do leite (3,50%) e do ovo (12,49%). O óleo é extraído da polpa do açai, que representa em até 17% da m/m do fruto, enquanto que o caroço representa os outros 83%. (EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2020).

Figura 5 - Estrutura química do Ácido Oleico (18:1).

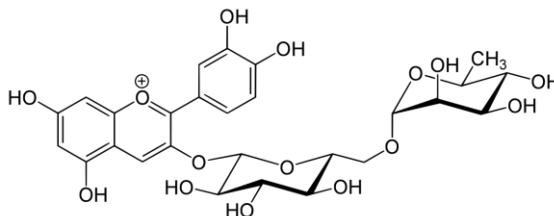


Fonte: en.wikipedia

O fruto açai possui elevado teor de antocianinas, contendo cerca de 1,02g / 100 g de extrato seco. As antocianinas são pigmentos naturais, pertencentes à família dos flavonoides, sendo estes responsáveis pela coloração roxa do açai. Além disso,

as antocianinas possuem função antioxidante, que melhoram a circulação sanguínea e protegem o organismo contra o acúmulo de placas de depósito de lipídeos, causadores da arteriosclerose. A antocianina de maior presença no fruto é a Antirritinina ($C_{27}H_{31}O_{15}^+$), de nomenclatura Cianidina-3-rutinosídeo, sua estrutura química é observada na Figura 6. (ARQUIVOS AÇAÍ FUTURO, 2022)

Figura 6 - Estrutura química da Antirritinina (Cianidina-3-rutinosídeo).



Fonte: en.wikipedia

A combinação de altíssimas quantidades de antocianinas, ácidos monoinsaturados, polinsaturados, saturados, proteínas e fitosteróis, conferem ao produto final alto valor energético, resultando em uma bebida com potencial energético. (ARQUIVOS AÇAÍ FUTURO, 2022)

4.4.3.2. Extrato natural de guaraná

O extrato de guaraná está presente em quantidades menores que o extrato de açaí, junto ao CO_2 desempenham importante função de contribuir para o maior frescor do produto. Outra função desejada ao inserir o extrato de guaraná é atribuir uma pequena quantidade de 2 mg/200 mL de cafeína natural ao produto. (ARQUIVOS AÇAÍ FUTURO, 2022)

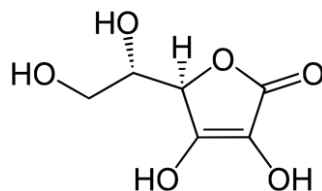
4.4.4. Ácido ascórbico

Diferente do que muitos pensam, a formulação do ácido ascórbico ($C_6H_8O_6$), conhecido como Vitamina C, não é para conferir propriedades vitamínicas à bebida, e sim, atribuir ao produto proteção contra oxidações indesejáveis em compostos com funções oxigenadas, sendo os principais: aldeídos e ésteres. (SILVA LIMA, A.C e AFONSO J. C., 2009).

Nas formulações dos refrigerantes Açaí Futuro, o ácido ascórbico utilizado é nanoencapsulado, proporcionando proteção do ácido ascórbico de reações indesejáveis com as antocianinas presentes no extrato de açaí, reações essas que

resultaria na degradação de ambos os compostos, e conseqüentemente, a perda da coloração do produto. Sua estrutura química é observada abaixo na Figura 7.

Figura 7 - Estrutura química do ácido ascórbico.



Fonte: en.wikipedia

O ácido ascórbico evita a ação do oxigênio, que causa perda da coloração e provoca a decomposição dos ingredientes da bebida. Sabendo-se disso, durante o armazenamento dos refrigerantes, deve-se deixar os produtos longe da luz solar e do calor, fatores esses que aceleram o processo de oxidação. (VENTURINI FILHO, 2016)

Trata-se de um aditivo amplamente utilizado nas indústrias alimentícias de todo o planeta, sendo 300 o seu INS (*International Numbering System*, ou Sistema Internacional de Numeração de Aditivos Alimentares), com limite quantum satis

4.4.5. Vitaminas do complexo B e Inositol

Os refrigerantes Açai Futuro regular e o zero açúcar, por conta dos seus extratos de açai e guaraná presentes nas formulações, adiciona à bebida vitaminas do complexo B e o Inositol. As vitaminas do complexo B são: B2 (riboflavina), B3 (ácido nicotínico), B5 (ácido pantotênico), B6 (piridoxina) e B12 (cobalamina).

Anteriormente, o inositol era reconhecido como uma das vitaminas do complexo B, sendo a vitamina B8, entretanto, após estudos foi observado que o inositol é sintetizado pelo corpo humano, indo ao contrário das demais vitaminas, resultando na remoção da vitamina do complexo.

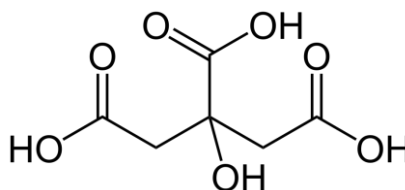
De forma geral, essas vitaminas ajudam no metabolismo de proteínas no organismo, além de manter a saúde das células vermelhas e sistema nervoso. As vitaminas também são necessárias para o ciclo de formação de novas células e do DNA. (SILVA LIMA, A.C e AFONSO J. C., 2009)

4.4.6. Acidulantes

Os acidulantes são agentes que regulam o nível de doçura do açúcar, proporcionam acidez ao refrigerante, produto esse que valores de pH próximo à 3,0 ~ 3,5, também auxiliam na capacidade de realçamento dos aromas. Em função da sua capacidade de acidificar o produto, também desempenham papel conservante, preservando e inibindo a proliferação de organismos microbiológicos no produto. (SILVA LIMA, A.C e AFONSO J. C., 2009)

O acidulante empregado na produção do refrigerante Açai Futuro é o ácido cítrico ($C_6H_8O_7$), apresenta limite máximo de resíduo quantum satis e sua estrutura química é observada na Figura 8. O ácido cítrico também desempenha funções antioxidantes e conservantes, e é numerado internacionalmente como INS 330.

Figura 8 - Estrutura química do acidulante ácido cítrico ($C_6H_8O_7$).



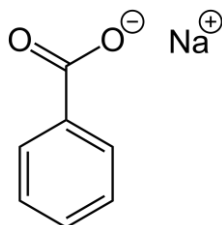
Fonte: en.wikipedia

4.4.7. Conservantes

Os conservantes alimentícios são compostos que previnem ou inibem o desenvolvimento microbiológico e de reações químicas adversas em bebidas e alimentos. A partir deles, é possível ter diversos alimentos industrializados com maior tempo de prateleira, conservando a maioria das suas propriedades organolépticas. (KEMIN, 2018)

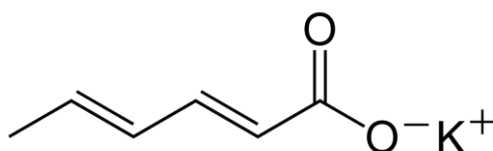
Na indústria de alimentos, uma das principais categorias de conservantes alimentícios são os ácidos orgânicos, sendo os mais usados: ácido propiônico, sórbico, benzóico, cítrico, láctico, acético e seus sais, tais como sorbatos, propionatos, benzoatos, citratos, lactatos e acetatos. Na formulação do refrigerante Açai Futuro regular, temos o uso do benzoato de sódio ($C_7H_5NaO_2$) e do sorbato de potássio ($C_6H_7KO_2$), as suas respectivas numerações do sistema internacional são: INS 202 e INS 211. Suas estruturas químicas são observadas nas Figuras 9 e 10.

Figura 9 - Estrutura química do conservante benzoato de sódio ($C_7H_5NaO_2$).



Fonte: en.wikipedia

Figura 10 - Estrutura química do conservante sorbato de potássio ($C_6H_7KO_2$).



Fonte: en.wikipedia

Os conservantes são ácidos orgânicos, que quando não dissociados, penetram nas células dos microrganismos presentes no meio e diminuem o pH de suas células. Dessa forma, bactérias e os fungos não conseguem se reproduzir por estarem se esforçando para expulsar os íons H^+ e $C_7H_5O_2^-$ de suas células. Com isso, os conservantes possuem propriedades bacteriostáticas que impedem a reprodução celular e seu desenvolvimento, gerando maior tempo de validade dos alimentos. (KEMIN, 2018)

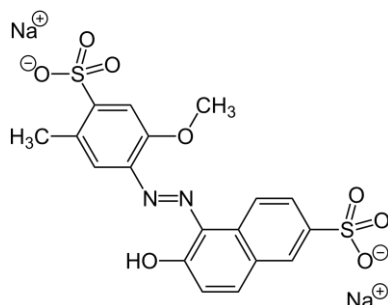
4.4.8. Corantes artificiais

Historicamente, os corantes já eram usados em diversos alimentos a milhares de anos atrás, no cenário atual, a indústria de alimentos tem um amplo portfólio de corantes, sejam eles artificiais e naturais. São raros os alimentos industrializados que não possuem corantes nas formulações, os corantes conferem e/ou intensificam colorações em alimentos e bebidas, desempenhando um importante papel estético ao produto final. (SILVA LIMA, A.C e AFONSO J. C., 2009)

Na formulação do refrigerante Açai Futuro, usa-se três tipos de corantes sendo todos eles artificiais, com boa estabilidade e de baixo custo, e o papel desses corantes é intensificar o tom amarelo, vermelho e azul, onde combinados em certas proporções, conferem uma identidade visual ao produto de coloração roxa, similar ao fruto açai. Esses corantes artificiais são: Vermelho 40 ($C_{18}H_{14}N_2Na_2O_8S_2$), Amarelo crepúsculo FCF ($C_{16}H_{10}N_2Na_2O_7S_2$) e o Azul brilhante FCF ($C_{37}H_{34}N_2Na_2O_9S_3$) e suas estruturas

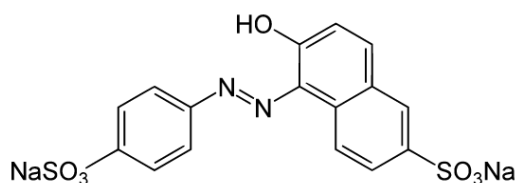
químicas podem ser observadas nas Figuras 11, 12 e 13, suas respectivas numerações de aditivos alimentares são: INS 129, INS 110 e INS 133.

Figura 11 - Estrutura molecular do corante vermelho 40 ($C_{18}H_{14}N_2Na_2O_8S_2$).



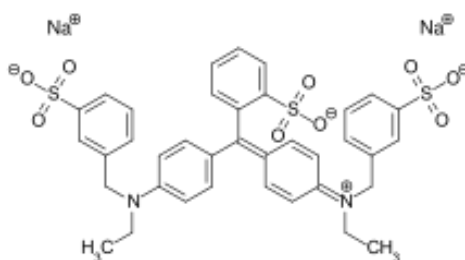
Fonte: en.wikipedia

Figura 12 - Estrutura química do corante amarelo crepúsculo ($C_{16}H_{10}N_2Na_2O_7S_2$).



Fonte: en.wikipedia

Figura 13 - Estrutura química do corante azul brilhante ($C_{37}H_{34}N_2Na_2O_9S_3$).



Fonte: en.wikipedia

Em questões legislativas, a ANVISA permite uma mistura com no máximo três corantes, e as dosagens não devem superar 10 g ou 0,01 % de corante em 100 litros de refrigerante. Em misturas de corantes, a somatória das quantidades dos corantes incluídos não deve ultrapassar o valor de 0,01 %.

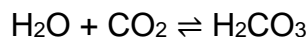
4.4.9. Dióxido de carbono

Na indústria de bebidas, o que difere os refrigerantes de sucos, é a presença do gás carbônico, inserindo os refrigerantes no nicho de bebidas gaseificadas, juntamente de bebidas como: água gaseificada, alguns energéticos, entre outras. (SILVA LIMA, A.C e AFONSO J. C., 2009)

Nas bebidas gaseificadas, o dióxido de carbono tem o papel de promover a carbonatação do produto, essa reação confere ao produto maior realce do paladar e melhora a aparência do produto. O CO₂ desempenha um importante papel organoléptico, seja no gosto efervescente ou na aparência refrescante, é o ingrediente mais utilizado em campanhas de marketing para atrair o público-alvo

O CO₂ é um gás incolor que dissolvido em água apresenta sabor ácido, resultado da formação do ácido carbônico, de acordo com a Figura 14:

Figura 14 - Equação química da formação de ácido carbônico.



Fonte: imagem própria

Através da equação, é possível verificar que o volume de CO₂ é um importante fator de qualidade do refrigerante, essa variação afeta diretamente o sabor e o aroma do refrigerante, capaz de descaracterizar o produto da marca. Seu armazenamento é realizado em tanques cilíndricos com baixa pressão e baixa temperatura, gerando maior capacidade de armazenamento ao liquefazer o gás.

4.5. MATÉRIAS-PRIMAS PARA PRODUÇÃO DO REFRIGERANTE AÇAI FUTURO ZERO AÇÚCAR

Após observar mudanças significativas nos hábitos alimentares dos consumidores, o mercado de refrigerantes buscou proporcionar um produto com menores níveis de açúcar, ou se necessário, a ausência total desse importante ingrediente. Nas bebidas zero açúcar, as empresas substituíram totalmente o açúcar das formulações por edulcorantes, a mudança de um único ingrediente é estratégico para manter as características da marca no produto final, fazendo o consumidor perceber menor diferença no sabor, mesmo consumindo um produto sem açúcar.

O grupo Açaí Futuro realizou as formulações do refrigerante regular e do zero açúcar, lançando ambos no ano de fundação da marca. Nos próximos tópicos, veremos as principais mudanças na formulação do refrigerante Açaí Futuro zero açúcar. Na Figura 15 é mostrado as embalagens dos refrigerantes zero açúcar.

Figura 15 - Açaí Futuro zero açúcar PET de 510 mL e lata de 310 mL.

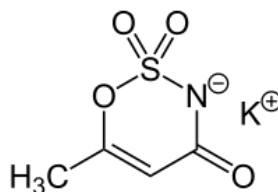


Fonte: Site oficial da Açaí Futuro

4.5.1. Edulcorantes Artificiais

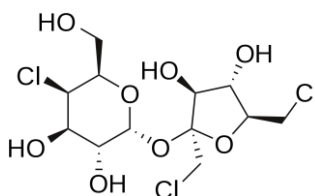
Os edulcorantes são os substitutos dos açúcares nas formulações de alimentos zero açúcar, basicamente são substâncias de baixo valor energético e proporcionam ao alimento um gosto adocicado, alguns edulcorantes podem apresentar valor energético igual a zero. Os edulcorantes utilizados na formulação do Açaí Futuro zero açúcar são o Acessulfame K ($C_4H_4KNO_4S$) e a Sucralose ($C_{12}H_{19}Cl_3O_8$), e as suas respectivas numerações são, INS 950 e INS 955. Nas Figuras 16 e 17 é observado as estruturas químicas desses edulcorantes.

Figura 16 - Estrutura química do edulcorante Acessulfame K ($C_4H_4KNO_4S$).



Fonte: en.wikipedia

Figura 17 - Estrutura química do edulcorante Sucralose ($C_{12}H_{19}Cl_3O_8$).



Fonte: en.wikipedia

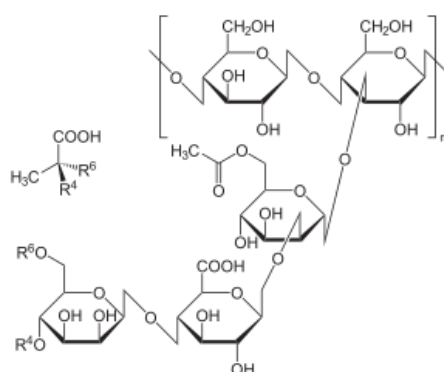
Em relação ao poder adoçante dos edulcorantes, o Acesulfame K possui 180~200 x a doçura da sacarose, enquanto que a sucralose possui 600~800 x. Em questões legislativas, a ANVISA estabelece quantidades máximas para determinados edulcorantes. Para a sucralose, tem-se o limite máximo de 25 mg/100 g ou 100 mL, enquanto que o Acesulfame K, tem limite de 35 mg/100 g ou 100 mL.

4.5.2. Goma Xantana

Com a substituição total do açúcar pelos edulcorantes, observou-se que alguns refrigerantes ficaram mais líquidos e menos viscosos. Para que os refrigerantes zero açúcar tivessem a mesma viscosidade que os refrigerantes regulares, foi adicionado nas formulações, um composto capaz de espessar o produto final. (VENTURINI FILHO, 2016).

A goma xantana ($C_{35}H_{49}O_{29}$) é o agente espessante mais utilizado nas indústrias alimentícias, sua estrutura química é ilustrada na Figura 18. A goma xantana desempenha um papel emulsificante e estabilizador, evitando a separação de fase dos produtos e melhorando a homogeneização dos ingredientes da fórmula.

Figura 18 - Estrutura química do espessante goma xantana ($C_{35}H_{49}O_{29}$).



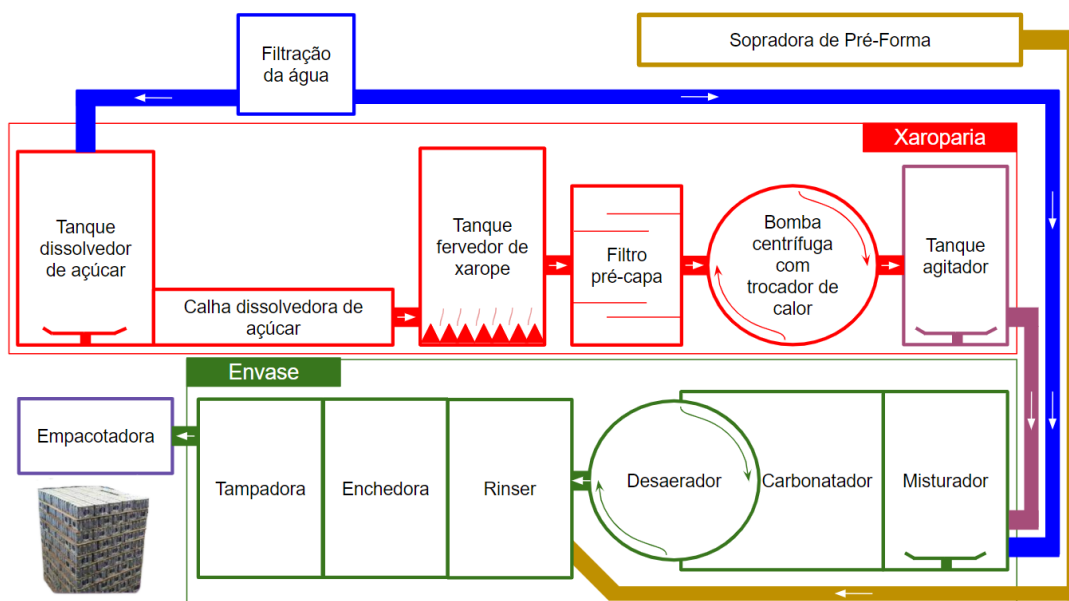
Fonte: en.wikipedia

O nome Goma Xantana deriva da espécie de bactéria utilizada, *Xanthomonas campestris*, e o seu uso não deve passar de 1% nas formulações, quantidade suficiente para aumentar significativamente a viscosidade do líquido.

4.6. PROCESSO PRODUTIVO DOS REFRIGERANTES AÇAÍ FUTURO

O processo de fabricação dos refrigerantes Açaí Futuro é similar às tradicionais indústrias do mercado, as etapas do processo são vistas no fluxograma da Figura 19. A primeira etapa do processo ocorre na xaroparia, com a dissolução de açúcar em água quente para preparar o xarope simples, logo em seguida, o xarope é filtrado para receber os aditivos que conferem as propriedades organolépticas ao produto final, o produto dessa adição, é denominado de xarope composto. Posteriormente, o xarope composto é diluído em H₂O, para que na etapa de envase do produto, junto do enchimento das embalagens ocorra a carbonatação do produto. Com o líquido envasado, os refrigerantes são separados em packs que são paletizados. Nos próximos tópicos deste trabalho, será detalhado cada etapa do processo de fabricação dos refrigerantes açaí futuro regular e zero açúcar.

Figura 19 - Fluxograma do processo produtivo dos refrigerantes Açaí Futuro.



Fonte: Imagem própria adaptada do site da Engenharia Química Santos-SP

4.6.1. Filtro Declorador de Água

O filtro declorador de água realiza a purificação e o tratamento da água utilizada no processo produtivo. A água de origem de poço artesiano, é inserida no declorador para a eliminação de contaminantes microbiológicos, em seguida, é filtrada para a remoção de sólidos insolúveis que não foram eliminados pelos agentes químicos no declorador. Após o tratamento químico e da filtração, a água é recolhida para análise

em laboratório e certificada da sua qualidade e, se aprovada, é utilizada na linha de produção dos refrigerantes. (VENTURINI FILHO, 2014).

O Filtro decolorador é construído em aço inox AISI (*American Iron and Steel Institute*) 316, possui sistema de filtração com tela interna, tubulações e pés revestidos em aço inoxidável e com acabamento sanitário contra intemperismo, possui válvulas de alívio e de segurança, porta escotilha externa, registros de borboleta e esfera e capacidade produtiva de até 60.000 L/h, como ilustrado na Figura 20. (ZEGLA, 2022).

Figura 20 - Equipamento filtro decolorador de água



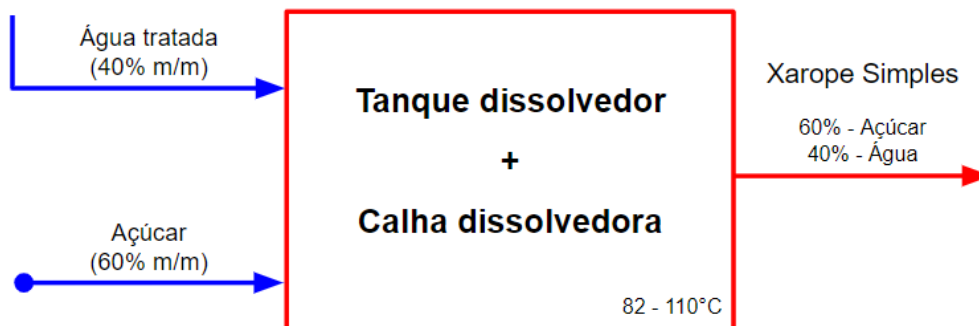
Fonte: Site da empresa Zegla, 2022.

4.6.2. Tanque dissolvedor de açúcar

Na indústria do refrigerante, o início do processo ocorre na xaroparia. A xaroparia é o local onde o xarope é produzido, tendo as etapas de produção, filtração, modificação e conversão do xarope simples para xarope composto.

O xarope simples é produzido pela dissolução do açúcar cristal (podendo usar açúcar invertido ou líquido) em água quente com uma concentração de 55 a 64 % de m/m, o cozimento é realizado em alta temperatura (de 82 – 110 °C) reduzindo a presença de microorganismos que afetam o odor e sabor da bebida, todo esse processo de ferver o açúcar em água ocorre em uma caldeira vertical à gás. Na Figura 21 é esquematizado o balanço de massas simplificado no sistema com o tanque dissolvedor e a calha dissolvedora de açúcar na produção do refrigerante regular. (VENTURINI FILHO, 2014).

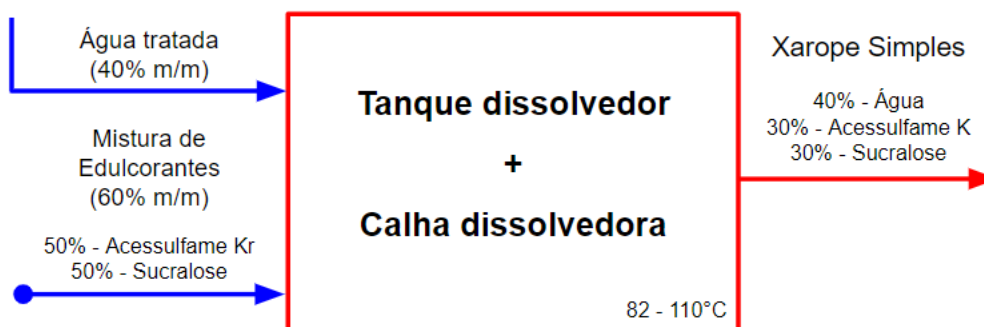
Figura 21 - Esquematização do balanço de massas simplificado no sistema tanque + calha dissolvedora na produção do refrigerante regular.



Fonte: Imagem própria.

O refrigerante Açai Futuro zero açúcar recebe os edulcorantes, que substituem o açúcar na preparação do xarope simples. Nas etapas da xaroparia, são aplicados os mesmos parâmetros para a dissolução dos edulcorantes em água. Na Figura 22 é esquematizado o balanço de massas simplificado no sistema com o tanque dissolvedor e a calha dissolvedora de edulcorantes na fabricação do refrigerante zero açúcar.

Figura 22 - Esquematização do balanço de massas simplificado no sistema tanque + calha dissolvedora na produção do refrigerante zero açúcar



Fonte: Imagem própria.

O tanque dissolvedor é feito de aço inoxidável AISI 304, com revestimento sanitário, composta por dois agitadores laterais com hélice marinha, uma bomba d'água automática, possui duas válvulas de segurança, fundo toricônico, alarme sonoro/visual e termômetro, como ilustrado na Figura 23. (ZEGLA, 2022).

Figura 23 - Equipamento tanque dissolvedor



Fonte: Site da empresa Zegla, 2022.

4.6.3. Calha dissolvedora de açúcar

Juntamente com a caldeira, temos acoplado ao sistema, uma calha dissolvedora, enquanto que a caldeira realiza a dissolução e quebra do açúcar e edulcorantes por processo térmico, a calha dissolvedora realiza essas quebra por processo mecânico.

O açúcar residual é dissolvido mecanicamente pela calha por defletores que quebram o açúcar em partículas menores, posteriormente, temos a filtração desses açúcares menores e inseridos na caldeira. Desta forma, em um trabalho químico e mecânico, o açúcar é melhor dissolvido. (VENTURINI FILHO, 2014).

A calha dissolvedora é construída em aço inoxidável AISI 304, com duas bombas centrífugas sanitárias de 15 cv, uma bomba envia a água do tanque através do alimentador e a outra para enviar a solução água/açúcar ao tanque, possui defletores para quebra do açúcar, malhas que impedem a passagem de açúcares não dissolvidos, como mostra a Figura 24. (ZEGLA, 2022)

Figura 24 - Equipamento calha dissolvedora



Fonte: Site da empresa Zegla, 2022.

4.6.4. Tanque fervedor de xarope

Nesta etapa, o tanque fervedor recebe o xarope simples totalmente dissolvido e o mantém fervendo, o contínuo cozimento é realizado para manter o xarope em alta temperatura para a próxima etapa do processo, e conferir maior viscosidade ao produto final. O tanque fervedor, também funciona como tanque de armazenamento do xarope simples não filtrado.

O xarope simples é submetido a uma primeira análise de °Brix com finalidade de quantificar, de forma aproximada, a concentração de sacarose no xarope. O Brix é uma escala numérica utilizada na indústria alimentícia para verificar o teor de açúcares nos produtos, onde 1 °Brix equivale a 1 grama de açúcar em 100 gramas de solução ou 1 %. Sua análise é simples, verificando-se o índice de refração da solução usando um refratômetro. Neste caso, o xarope simples pós-tanque fervedor deve apresentar um valor inferior a 60 °Brix, onde quanto menor o esse valor, menor é a viscosidade. Esse valor máximo estipulado de 60 °Brix é a condição ideal para o melhor transporte do xarope nas tubulações. (VENTURINI FILHO, 2014).

O tanque fervedor é confeccionado de aço inox AISI 304, possui agitador lateral mecânico em formato de hélice marítima, é composto por tampa bipartida na sua parte superior e uma saída na parte central, possui termômetro, fundo torisférico, acabamento sanitário, pés reguláveis e potência de 2 cv, como mostra a Figura 25. (ZEGLA, 2022)

Figura 25 - Equipamento tanque fervedor de xarope



Fonte: Site da empresa Zegla, 2022.

4.6.5. Filtro pré-capas

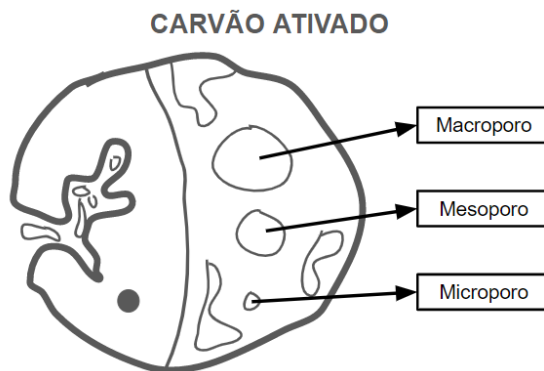
O xarope simples presente no tanque fervedor possui uma tonalidade escura, indica a presença de impurezas oriundas do processo de cozimento do açúcar, onde paralelamente ao processo ocorre reações de escurecimento enzimático a partir da reação do açúcar com compostos nitrogenados, onde formam-se essas impurezas que conferem cor, mau odor e paladar desagradável ao xarope. Este xarope é transportado ao filtro pré-capas, onde é filtrado utilizando-se carvão ativado e terra diatomácea, compostos esses que purifica e clarifica o xarope.

Após esperar a ação do carvão ativado, é realizada a filtração. Primeiramente, é formada uma fina camada de terra diatomácea em uma tela de filtro, denominada de pré-capas, em seguida inicia a filtração. A adição antecipada da terra diatomácea garante a contínua renovação dessa camada com o agente filtrante. A quantidade do agente filtrante terra diatomácea, sempre deve ser superior à quantidade de carvão ativado no equipamento. (VENTURINI FILHO, 2014).

O carvão ativado é um excelente adsorvente, seu objetivo é retirar impurezas do meio sem interferir na composição, logo, é capaz de adsorver impurezas que introduzem sabor, coloração, odor e turvação indesejadas em seus microporos. A quantidade de carvão varia entre 0,15 % a 0,5 %. (ECONOMIA INDUSTRIAL REFRIGERANTE, 2017)

Por conta da sua grande área superficial ($1\text{g} = 900 \text{ a } 1200 \text{ m}^2$), o carvão ativado possui enorme capacidade de adsorção iônica, capaz de capturar substâncias tóxicas por cargas residuais. Comparado com o carvão comum, o carvão ativado é 100x mais poroso, gerando uma melhor purificação do produto. Os microporos são essenciais para adsorção de matérias orgânicas particuladas e nanoparticuladas como é esquematizado na Figura 26.

Figura 26 - Esquematização da micrografia do carvão ativado.



Fonte: Imagem própria.

A diatomita seca é composta por 80 a 90% de sílica, com 2 a 4% de alumina (atribuída principalmente a minerais argilosos) e 0,5 a 2% de óxido de ferro. Possui uma porosidade muito fina, baixíssima densidade (flutuando na água até ficar saturada) e essencialmente inerte a reações químicas. Nessa etapa do processo, a terra diatomácea é aplicada como auxiliar de filtragem. (HEALTHLIFE, 2020)

O filtro pré-capa possui capacidade para filtrar de 1.500 litros de produto por hora, é arquitetado em aço inox, com bomba de 7,5 cv, instalada sobre um suporte móvel, possui placas verticais e tubulações com acabamento contra intemperismo, conta com manômetros, tanque pulmão utilizado para estoque de diatomita seca, válvulas de alívio e segurança, como observado na Figura 27. (ZEGLA, 2022)

Figura 27 - Equipamento filtro pré-capa.



Fonte: Site da empresa Zegla, 2022.

4.6.6. Bomba centrífuga sanitária com trocador de calor

O xarope simples livre de impurezas, que possui aspecto límpido, translúcido e sem odor, é transportado do filtro pré-capa até a bomba centrífuga, que resfria o xarope a uma temperatura de aproximadamente 20 °C. É importante o resfriamento

do xarope, porque os aditivos adicionados são facilmente degradados em elevadas temperaturas. Além de evitar esse efeito, o xarope em alta temperatura dificulta a absorção do gás na bebida e a formação de espuma durante o processo de envase, todos esses alteram o sabor final do refrigerante. (ECONOMIA INDUSTRIAL REFRIGERANTE, 2017)

O equipamento é estruturado em aço inox resistente a intemperismo, possui conjunto de tubos de metal com líquido quente imersos em água gelada para a transferência de calor dos fluidos, como mostra a Figura 28. (TERMO-TEK, 2022).

Figura 28 - Equipamento trocador de calor.

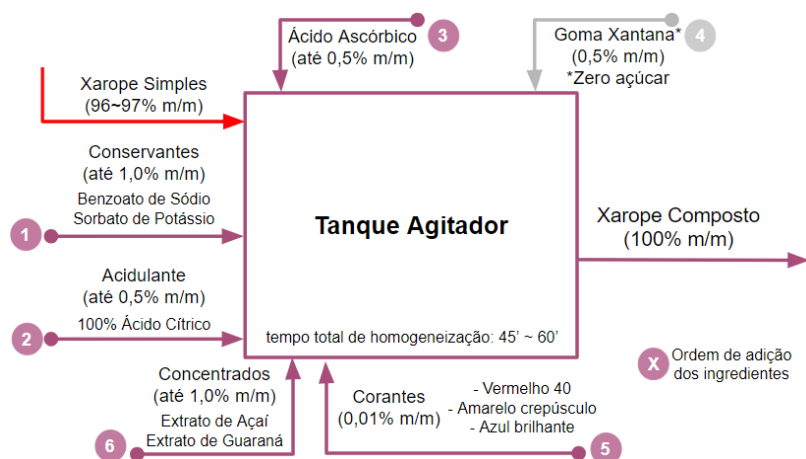


Fonte: Site da empresa Termo-tek, 2022.

4.6.7. Tanque agitador

Nesta etapa, é preparado o xarope composto, que consiste no acréscimo dos demais componentes no xarope simples. Essa mistura é feita por tanques equipados com agitador mecânico que garantem uma homogeneização uniforme entre os demais componentes. É importante que o conservante seja adicionado anteriormente ao acidulante para que não haja floculação irreversível, sendo o primeiro e o segundo adicionados em um intervalo de 10 minutos. Ainda de caráter obrigatório, em seguida é adicionado o antioxidante, após espera de 10 minutos de homogeneização do produto. Por fim, os corantes, concentrados e aromatizantes são adicionados para finalizar o processo, finalizada as adições, o tanque fica em agitação por 15 minutos. Na Figura 29 é esquematizado o balanço de massas simplificado no tanque agitador. (ECONOMIA INDUSTRIAL REFRIGERANTE, 2017)

Figura 29 - Esquematização do balanço de massas simplificado no tanque agitador



Fonte: Imagem própria.

Ao final da homogeneização, é retirado alíquotas do líquido para que seja realizados ensaios microbiológicos e físico-químicos (acidez, turbidez e °BRIX). Caso o líquido seja aprovado, o xarope composto é liberado para a etapa de envase.

O tanque é arquitetado em aço inox 304 com acabamento sanitário interno, possui agitador mecânico em formato de hélice em sua lateral, termômetro, tampa bipartida na parte superior e fundo torisféricos, o tanque tem capacidade produtiva de 1.500 litros, externamente possui pés com regulagem para nivelamento do tanque, motor elétrico é de 1/2 cv, como é ilustrado na Figura 30. (ZEGLA, 2022).

Figura 30 - Equipamento tanque agitador



Fonte: Site da empresa Zegla, 2022.

4.6.8. Sopradora de pré-forma

A etapa de pré-envase consiste na preparação das garrafas PET e das latas de alumínio que receberão o líquido pronto. As latas de alumínio possuem um processo de pré-envase mais fácil, as latas já chegam prontas na fábrica precisando

apenas inserir a tampa após o envase. As garrafas possuem um preparo maior, visto que elas chegam à fábrica como pré-formas, que são pequenos tubos de PET com rosca nas entradas, como mostrado na Figura 31, que quando aquecidas e com alta pressão de ar, são modeladas nas garrafas PET conhecidas no nosso cotidiano. (ECONOMIA INDUSTRIAL REFRIGERANTE, 2017)

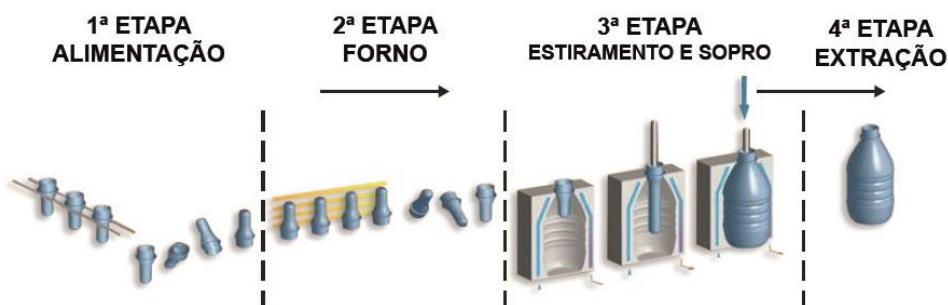
Figura 31 - Tipos de pré-formas PET



Fonte: Site da empresa Globalpack, 2022

No geral, as pré-formas são padronizadas, variando apenas na composição do polímero, a qual proporciona diferentes colorações e em alguns casos, plásticos mais leves. O que irá garantir às garrafas PET um determinado formato de interesse do fabricante, são os moldes que estão dentro da sopradora. Na Figura 32 é esquematizado os processos na sopradora de pré-forma em cada etapa, sendo elas: a alimentação, forno, estiramento e sopro e a extração, respectivamente. (PLÁSTICOS.COM.BR, 2022)

Figura 32 - Esquematização dos processos de modelagem sopradora.



Fonte: Site da Plástico.com.br, 2017.

A sopradora de pré-formas utilizada na etapa de envase dos refrigerantes açai futuro regular e zero açúcar, possui capacidade produtiva de 4.000 garrafas por hora. Na Figura 33 é ilustrada a sopradora de pré-forma.

Figura 33 - Equipamento máquina sopradora de pré-formas PET



Fonte: Site da empresa SincroPet, 2022

4.6.9. Maquinários do Sistema Pré-mix Unimix Automático com Des aerador RZ

O sistema Unimix é o primeiro maquinário na etapa de envase, onde tem-se a diluição do xarope composto em água filtrada e gelada. Posteriormente o produto diluído é carbonatado com CO_2 , gaseificando o produto e por fim, ocorre a desaeração, removendo as moléculas de oxigênio (O_2) para evitar oxidações indesejáveis na bebida. (ECONOMIA INDUSTRIAL REFRIGERANTE, 2017)

O equipamento é um sistema híbrido acoplado por misturador, carbonatador e desaerador, respectivamente, o sistema possui vazão de 6.000 L/h, elaborado em aço inox 304 contra intemperismos, conta com uma bomba centrífuga que evita o refluxo da água nos equipamentos e válvula pneumática. A conexão dos equipamentos é feita com tubulação de de aço inox sanitário de 2", e possui um sistema de higienização integrado ao carbonatador. Na Figura 34 é ilustrado o sistema Unimix (ZEGLA, 2022).

Figura 34 - Sistema pré-mix Unimix automático com desaerador RZ.



Fonte: Site da empresa Zegla, 2022.

4.6.9.1. Desaerador

O desaerador possui a função de remover os gases indesejáveis dissolvidos no produto, mais especificamente o gás oxigênio (O_2). Esse processo é importante pois as bebidas são sensíveis ao oxigênio dissolvido, causando alteração no gosto e na coloração, originadas por processos oxidativos de substâncias. Além disso, o oxigênio dissolvido no produto interfere no desempenho da enchedora.

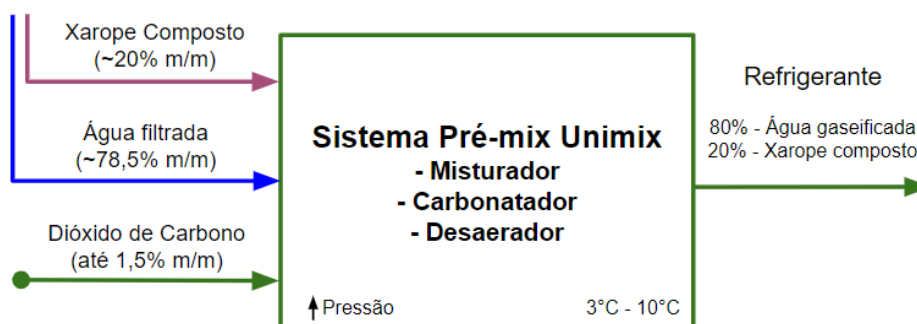
4.6.9.2. Misturador

O misturador, comumente denominado de proporcionador, recebe o xarope composto, para que ocorra a mistura do xarope em água desaerada gelada. Alguns cuidados são tomados durante a diluição, em refrigerantes regulares que possuem açúcar na formulação, é necessário o controle do teor de sólidos solúveis no líquido, enquanto que em refrigerantes zero açúcar, é controlado o teor de acidez nas bebidas. (ECONOMIA INDUSTRIAL REFRIGERANTE, 2017)

4.6.9.3. Carbonatador

O produto diluído sai do misturador e chega ao carbonatador, onde o dióxido de carbono (CO_2) é injetado, respeitando as métricas ideais de gás no produto. A carbonatação é regulada através da pressão do gás e da temperatura final do líquido. Na etapa de inserção do gás, é essencial que a temperatura do sistema esteja entre 3 a $10^\circ C$, para que a incorporação do CO_2 seja favorecida, e não ocorra escape dos gases injetados. Essa temperatura se mantém até a etapa de envase, para que não haja perda de CO_2 . Na Figura 35 é esquematizado o balanço de massas simplificado, a adição de CO_2 no sistema pré-mix Unimix e os demais ingredientes utilizados nesta etapa produtiva do refrigerante. (ECONOMIA INDUSTRIAL REFRIGERANTE, 2017)

Figura 35 - Esquematização do balanço de massas simplificado no Sistema Pré-mix Unimix



Fonte: Imagem própria

A capacidade dos maquinários do sistema Unimix precisam ser idênticas à capacidade da enchedora, considerando que os maquinários são interligados continuamente em um sistema que se estende até o processo final de envase.

4.6.10 Conjunto bloqueado rinser, enchedora e tampadora

A etapa de envase do produto pronto consiste em um conjunto em bloco dos seguintes equipamentos: rinser, enchedora e tampadora. O conjunto bloqueado recebe as garrafas PET da sopradora, que antes de ser enchida pelo produto final é lavada com água tratada no rinser. A enchedora preenche toda a garrafa com o líquido, que posteriormente recebe a tampa lacrada sob pressão na tampadora.

O conjunto bloqueado é elaborado em aço a36, com mesa revestida de aço inoxidável 304, conta com um conjunto de transmissão por engrenagens helicoidais suspensas, é montada em uma base de rolamentos e eixos fixos, orientados por um motoredutor e um diferenciador de frequência com velocidade que varia em função da potência do equipamento, o conjunto é ilustrado na Figura 36. (ZEGLA, 2022).

Figura 36 - Conjunto bloqueado dos equipamentos rinser, enchedora e tampadora.



Fonte: Site da empresa Zegla, 2022.

4.6.10.1. Rinser

As garrafas PET recém sopradas entram na máquina guiadas pelo gargalo em uma esteira aérea, recebendo jatos d'água com detergente para remover sujeiras das embalagens. Cada máquina rinser é regulada para atuar com um determinado volume de garrafa. O rinser é o mesmo equipamento utilizado na higienização de garrafas retornáveis.

Rinser é um maquinário de enxágue de garrafas, conta com garras pegadoras para transporte, possui válvulas revestidas em inox para higienização e sensor de presença de garrafa. A tubulação que fornece água ao equipamento possui válvula borboleta para controle de vazão. (ZEGLA, 2022).

4.6.10.2. Enchedora

A garrafa chega à enchedora que a preenche com o líquido pronto recém carbonatado, o refrigerante é resfriado à uma temperatura de 3 a 12 °C, onde posteriormente é envasado sob pressão controlada de CO₂. O preenchimento é realizado de forma automática por válvulas acopladas a sensores de aproximação de garrafas e de quantidade de líquido inserido.

A enchedora é construído em aço inox, possui tubulação de distribuição e alimentação de líquidos, conta com um sistema de elevadores pneumáticos, tanque anelar com bóias de contrapressão e manejo do nível reservatório, válvulas de envase automáticas e isobarométricas de alta performance. (ZEGLA, 2022).

4.6.10.3. Tampadora

Em um sistema rápido e contínuo, as garrafas preenchidas com o refrigerante são tampadas na tampadora. A tampa é uma das mais importantes e emblemáticas etapas do processo de envase, pois é onde vai assegurar as propriedades organolépticas do produto final, visto que ao apresentar anormalidade no fechamento da garrafa, pode ocorrer o vazamento do gás carbônico e a perda dessas propriedades.

A torre tampadora é composta por funil rotativo de tampas, conta com o sistema “*pick and place*” que consiste no encaixe da tampa orientado verticalmente para baixo e cabeçotes tampadores de modelo torquimétrico magnético com controle de torque e sensores de presença de tampas. Cada tampadora está programada para um determinado diâmetro de tampa rosca plástica. (ZEGLA, 2022).

4.6.10.4. Empacotadora

Verificado o fechamento do refrigerante, a garrafa PET recebe um jato d’água para receber o rótulo com as informações e especificações técnicas e de produção. Preocupada com as pautas ambientais, a Açaí Futuro desenvolveu rótulos de plástico biodegradável para todos os refrigerantes envasados em garrafas PET.

A empacotadora possui sistema de irrigação de garrafa, sistema inserção de rótulo, célula agrupador de fardos, local para inserir bobina de filmes *stretch* com alimentação automática e esteira seladora, túnel com sistema de aquecimento uniforme para encolhimento do filme, construído em aço inox e isolado com fibra de vidro, como mostra a Figura 37. (ZEGLA, 2022).

Figura 37 - Equipamento empacotadora



Fonte: Site da empresa Zegla, 2022.

4.7. PÓS-ENVASE E TEMPO DE VIDA ÚTIL

Ao final do processo, as indústrias de alimentos devem garantir que o produto conserve as propriedades organolépticas por um determinado tempo. Para estocar os refrigerantes, deve-se evitar a exposição das embalagens aos raios solares e altas temperaturas, fatores esses que influenciam na degradação de componentes e na maior taxa de evasão do dióxido de carbono (CO₂).

Na indústria de refrigerantes, as médias dos prazos de validade variam de acordo com a embalagem. Em garrafas de vidro, onde possui melhor retenção do gás carbônico (CO₂), os refrigerantes envasados duram em média de 6 a 9 meses. Em latas de alumínio a validade varia de 4 a 9 meses, enquanto que embalagens plásticas, esse prazo diminui para 3 a 6 meses, esse menor tempo de vida útil do refrigerante ocorre por conta da maior porosidade dos materiais plásticos, ocasionando na maior evasão de CO₂ com o tempo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A procura por bebidas mais saudáveis cresce dia após dia entre os consumidores, essa e outras grandes exigências fizeram a indústria de refrigerante se reinventar e inovar para captar novos consumidores e fidelizar cada vez mais os amantes da bebida. De olho nesse cenário, a Açai Futuro lançou o refrigerante de açai nas versões regular e zero açúcar.

Por meio desse estudo foi possível compreender sobre o processo produtivo dos refrigerantes da empresa, a química e a proposta por trás dos seus ingredientes, os processos químicos envolvidos nas etapas de fabricação e dos detalhes dos equipamentos utilizados. Além da profundidade do trabalho no processo de fabricação, foi possível entender melhor os conceitos da empresa, onde a mesma propõe uma bebida de um fruto símbolo da Floresta Amazônica e de grande importância para a cultura e economia local.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIR - Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e Bebidas não Alcoólicas. **Dados do setor**. Disponível em: <<https://abir.org.br/o-setor/dados/>>. Acesso em 4 mar. 2022..

AÇAÍ FUTURO, **Sobre a empresa**. Açai Futuro: Refrescante, Delicioso e Saudável. Disponível em: <<https://www.acaifuturo.com/>>. Acesso em 28 nov. 2021

ARQUIVOS AÇAÍ FUTURO, **Informações técnicas e de produção**. Não disponível.

BELITZ, H.-D.; GROSCH, WERNER; SCHIEBERLE, PETER. **Food Chemistry**. Springer Science & Business Media, 2009. Page 152-153 and 855-874. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4937824/mod_folder/content/0/Hans-Dieter%20Belitz%2C%20Werner%20Grosch%2C%20Peter%20Schieberle%20auth.%20Food%20Chemistry.pdf?forcedownload=1> Acesso em 27 abr. 2022

BORGES, Jéssica H., DRIGO, Caroline P. F., SILVA, Jéssica C., CARVALHO BERNARDES, Giselle. **Refrigerante: Explorando a Química em nosso cotidiano**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Campus Itumbiara (IFG – Itumbiara), Goiás. Exposto em XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ) Florianópolis, SC, Brasil – 25 a 28 de julho de 2016, Disponível em: <<https://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R1047-1.pdf>>. Acesso em 4 mar. 2022.

COELHO, Diego B., TEIXEIRA DE MIRANDA, Beatriz C., GONSALEZ, Lucas M., STEINMETZ, Nadir. D., HADDAD DE ANDRADE, Stella A. **Cadeia Global de Valor - Setor de refrigerantes**. Faculdade de Relações Internacionais da ESPM, 2016.

Disponível em: <<https://ri.espm.br/wp-content/uploads/2018/08/Setor-de-Refrigerantes.pdf>>. Acesso em 22 mar. 2022

CONSELHO REGIONAL DE QUÍMICA. **Refrigerantes**. CRQ IV Região, São Paulo, SP, 2011. Disponível em: <<https://www.crq4.org.br/refrigerantes>>. Acesso em: 03 mar. 2022.

ECONOMIA INDUSTRIAL REFRIGERANTE. **Equipamentos utilizados**. Publicado em 23 de outubro de 2017. Disponível em: <<http://economiaindustrialrefrigerante.blogspot.com/2017/10/equipamentos-utilizados.html>>. Acesso em 29 nov. 2021

ECONOMIA INDUSTRIAL REFRIGERANTE. **Processo de preparação do refrigerante**. Publicado em 23 de outubro de 2017. Disponível em: <<http://economiaindustrialrefrigerante.blogspot.com/2017/10/processo-de-preparacao-do-refrigerante.html>>. Acesso em 29 nov. 2021

EMBRAPA Amazônia Oriental. **Açaí fruto – Composição química – Rico em ácidos graxos monoinsaturados de alto valor biológico, potássio e fibras e muito importante isento de frutose**. Belém, Pará. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Acai/SistemaProducaoAcai_2ed/index.htm> Acesso em: 16 fev. 2022.

EMBRAPA. **Amazônia é berço de frutas nativas de alto potencial comercial**. Publicado em 27 de julho de 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/14818376/amazonia-e-berco-de-frutas-nativas-de-alto-potencial-comercial>> Acesso em: 16 fev 2022.

ENG QUÍMICA SANTOS SP. **Produção de refrigerantes**. Publicado por Por Coelho em 8 de julho de 2013. Disponível em: <<https://www.engquimicasantosp.com.br/2013/07/producao-de-refrigerantes.html>> Acesso em: 05 mar. 2022..

ESCOLA, Equipe Brasil. **História do Refrigerante**; Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/curiosidades/historia-do-refrigerante.htm>>. Acesso em 24 fev. 2022.

HEALTHLIFE, **What Are the Benefits of Diatomaceous Earth?**. Published: June 18, 2018. Disponível em: <<https://www.healthline.com/nutrition/what-is-diatomaceous-earth>>. Acesso em 17 mar. 2022.

INSTITUTO DE PESQUISA DE MERCADO *EUROMONITOR INTERNATIONAL*, **Os 10 maiores consumidores globais de refrigerantes**, 2018. Informações retiradas de Versatille, Sabe quem são os maiores consumidores de refrigerante do mundo? publicado em 17 de setembro de 2019. Disponível em: <<https://versatille.com/sabe-quem-sao-os-maiores-consumidores-de-refrigerante-do-mundo/>>. Acesso em 19 mar. 2022.

ISOMERIA, **Shelf life: a vida útil de um produto**. Isomeria Empresa Jr. - Soluções em Química, Departamento de Química, Universidade Federal do Paraná, Curitiba,

PR. Publicado em 22 março de 2021. Disponível em:
<<http://www.quimica.ufpr.br/paginas/isomeria/shelf-life-a-vida-util-de-um-produto/>>.
Acesso em 17 mar. 2022.

JORGENSEN, Janice, **Produtos de consumo**. Ed: Enciclopédia de marcas de consumo. Volume 1, Detroit 1994.

KEMIN, **Como funciona um conservante alimentício?**. Publicado por Felipe Guerreiro em 09 out 2018. Disponível em:
<<https://www.kemin.com/sa/pt/blog/food/how-food-preservatives-work>> Acesso em 20 fev. 2022.

MUNDO EDUCAÇÃO. **Açaí: origem, benefícios e como consumir**. Publicado por Giullya Franco. Disponível em:
<<https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/acai.htm>>. Acesso em: 16 fev. 2022.

PET QUÍMICA UFSC. **Processo de produção de refrigerante**. Publicado por Marília Mota Almeida em 19 de abril de 2019. Disponível em:
<<http://www.petquimica.ufc.br/processo-de-producao-de-refrigerante/>>. Acesso em: 3 mar. 2022.

PLÁTICO.COM.BR. **Transformação - Pet - sopro correto evita prejuízo**. Publicado em 6 de fevereiro de 2017. Disponível em:
<<https://www.plastico.com.br/transformacao-pet-sopro-correto-evita-prejuizo/>>. Acesso em 19 mar. 2022.

POTTER, Norman N., HOTCHKISS, Joseph H.,. **Ciência dos Alimentos** (5ª ed.). eds. (1998). Editoras Aspen. pág. 468 - Invert Sugar. Disponível em Google Books:
<https://books.google.com.br/books?id=ERoAm13YF8IC&pg=PA467&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 3 mar. 2022.

SANTOS TEIXEIRA, Erica e ESDRA GOMES, Lorrán. **Processo Industrial de fabricação de refrigerantes**. Universidade Federal de Mato Grosso Publicado em 10 de agosto de 2021. Vídeo disponível em:
<<https://www.youtube.com/watch?v=z3BGgzhNzsl>>. Acesso em: 29 nov. 2021

SILVA LIMA, A.C e AFONSO J. C. **A Química do Refrigerante**. Revista Química Nova na Escola, vol. 31 nº3, agosto 2009

SOUZA, M. O.; SANTOS, R. C.; SILVA, M. E.; PEDROSA, M. L. **Açaí (*Euterpe oleraceae* Martius): chemical composition and bioactivity**. Nutrire: Artigo de Revisão. rev Soc. Bras. Alim. Nutr. = J. Brazilian Soc. Food Nutr., São Paulo, SP, v. 36, n. 2, p. 161-169, ago. 2011.

TERMO-TEK. **Trocador de calor indústria de bebidas** Disponível em:
<<https://www.termotek.com.br/trocador-calor-industria-bebidas>>. Acesso em 27 abr. 2022

USP, **Açúcares**. Disciplina: Técnica Dietética, do curso de Nutrição e Metabolismo, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, campus

Ribeirão Preto, ano 2017. Disponível em:

<https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4146095/mod_resource/content/1/Aula%20Te%C3%B3rica%209%20-%20A%C3%A7%C3%BAcares%20final.pdf>

VENTURINI FILHO,W. G.. **Bebidas Não-Alcoólicas**, Ciência e Tecnologia, 2ª ed. Bebidas vol 1, 2010. Ed. Edgar Blucher, 2016

VENTURINI FILHO,W. G.. **Indústria de Bebidas: Inovação, Gestão e Produção**, 1ª ed. Bebidas vol.3, 2011. Ed. Edgar Blucher, 2014

WIKIPEDIA, diversas figuras

ZEGLA, **Equipamentos e tecnologia de processos - Refrigerantes**. Disponível em: <<https://www.zegla.com.br/equipamentos/tecnologia-de-processos,2/refrigerante,4>>. Acesso em 3 dez. 2021.