



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE TECNOLOGIA - CTEC
ENGENHARIA QUÍMICA



**ESTUDO CINÉTICO DA FERMENTAÇÃO DE BEBIDA ALCOÓLICA DE
TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill)**

Mariany Fernandes Barros

MACEIÓ
2020

Mariany Fernandes Barros

**ESTUDO CINÉTICO DA FERMENTAÇÃO DE BEBIDA ALCOÓLICA DE
TOMATE (*Lycopersicon esculentum Mill*)**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Engenharia
Química da Universidade Federal de
Alagoas, como requisito à obtenção do
título de Bacharel em Engenharia
Química.

Orientação: Prof. Dr. Carlos Eduardo de Farias Silva

Coorientação: Msc. Rosana Correia Vieira

MACEIÓ

2020

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecária: Taciana Sousa dos Santos – CRB-4 – 2062

B277e Barros, Mariany Fernandes.
Estado cinético da fermentação de bebida alcoólica de tomate
(*Lycopersicon esculentum Mill*) / Mariany Fernandes Barros. – 2020.
54 f. : il., figs., graf. e tabs.

Orientador: Carlos Eduardo de Farias Silva.
Coorientadora: Rosana Correia Vieira.
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Química)
– Universidade Federal de Alagoas. Centro de Tecnologia. Maceió, 2020.

Bibliografia: f. 42-51.
Anexo: f. 52-54.

1. Fermentação alcoólica. 2. Constantes cinéticas. 3. Polpa de tomate. I.
Título.

CDU: 66.0



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS - UFAL
UNIDADE ACADÊMICA CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA



MARIANY FERNANDES BARROS

**ESTUDO CINÉTICO DA FERMENTAÇÃO DE BEBIDA ALCOÓLICA DE
TOMATE (*Lycopersicon esculentum Mill*)**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Carlos Eduardo de Farias Silva

Prof. Dr. Albanise Enide Silva

Prof. Dr. Renata Maria Rosas Garcia Almeida

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha família. Aos meus pais, Eliane e Mario, meus maiores incentivadores, que dedicaram todos os esforços para a conclusão dessa etapa. A eles meu maior agradecimento e amor. Aos meus irmãos Elimar e Maryelle, por toda força, carinho e auxílio durante todas as etapas da graduação e da vida.

Ao meu namorado Cayo, pela paciência, companheirismo, carinho e colaboração, não somente na jornada acadêmica.

Meus amigos conquistados ao longo da graduação. Em especial Andreza Perdigão, Diogo de Sá, Alef Santos, Adriana Medeiros, Ewerton Oliveira, Alice Maria, Anne Caroline, Iany Andrade e Ewellyn Amâncio. Por todos os momentos compartilhados.

À Rosana Correia, que foi muito mais que uma coorientadora, obrigada pela paciência, preocupação e atenção ao trabalho desenvolvido e as pessoas a sua volta. Ao Prof. Carlos Eduardo, obrigada pelos ensinamentos, orientação e por sua dedicação ao meio acadêmico.

Por fim, agradeço a todos que fizeram e fazem parte do Programa de Educação Tutorial – PET Ciência e Tecnologia, em nome do Professor Eduardo Lucena. Programa que me instruiu durante toda a graduação.

RESUMO

A utilização de polpa de frutas, verduras e hortaliças na formação de vários produtos representa uma alternativa para o aproveitamento destas, evitando desperdícios e agregando valor, principalmente a produção de fermentados alcoólicos das polpas e seus resíduos. A fermentação alcoólica compreende um conjunto de reações enzimáticas controladas, em que ocorre a oxidação anaeróbica parcial dos açúcares, produzindo etanol, como principal produto, gás carbônico (CO₂) e liberando energia, através da ação do microrganismo comumente usado, levedura *Sacharomyces cerevisiae*. Praticamente todas as frutas ou materiais açucarados podem ser utilizados na produção de bebidas fermentadas. O tomate, por exemplo, é uma matéria-prima que pode ser utilizada para a produção de fermentado alcoólico. Ele é uma hortaliça bastante comercializada e consumida no Brasil e no mundo, tanto in natura quanto processado. O estudo do processo de fermentação etanólica é relevante para a produção de bebidas fermentadas de frutas, frutos e hortaliças de qualidade e aceitáveis no mercado. Um dos parâmetros que precisa ser observado é a cinética de fermentação, pois através dela é possível determinar o tempo necessário para a obtenção de produto, otimizando a produção e eliminando custos desnecessários. Diante disso, o objetivo desse estudo é produzir um fermentado alcoólico de tomate, caracterizando físico-quimicamente a Polpa de Tomate Inteiro - PTI (com cascas e semente) e seu perfil cinético, além de avaliar a melhor concentração de polpa para sua produção. O desenvolvimento do trabalho se deu em etapas, que foram elas: preparo das polpas de tomate, caracterização físico-química da PTI, fermentações em batelada e por fim, modelagem cinética. Através desse etapas foi possível obter uma bebida fermentada da polpa do tomate chaptalizada, com variação de 106 - 118 g/L de concentração de etanol e classificadas como suave (A, B e C) e tipo meio seco (D). Além disso, apresentou uma eficiência máxima de fermentação de 93,62% e um rendimento de processo máximo de 43,31% e com taxa de Constantes cinéticas, tempo de fermentação e modelo de Monod crescimento máxima (μ_{max}) situando-se entre 0,22 – 0,34 dia⁻¹, sendo considerada uma fermentação lenta. Além disso foi possível observar que a concentração da PTI na margem de 20 – 200 g/L não causou interferências negativas na fermentação.

Palavras-chave: Constantes cinéticas, tempo de fermentação e modelo de Monod.

ABSTRACT

The use of pulp of fruits and vegetables in the formation of various products represents an alternative for their use, avoiding waste and adding value, mainly the production of alcoholic fermented pulps and their residues. Alcoholic fermentation comprises a set of controlled enzymatic reactions, in which partial anaerobic oxidation of sugars occurs, producing ethanol, as the main product, carbon dioxide (CO₂) and releasing energy, through the action of the commonly used microorganism, yeast *Sacharomyces cerevisiae*. Virtually all fruits or sugary materials can be used in the production of fermented drinks. Tomato, for example, is a raw material that can be used for the production of alcoholic fermentation. It is a vegetable widely traded and consumed in Brazil and in the world, both fresh and processed. The study of the ethanolic fermentation process is relevant for the production of quality and acceptable fruit fermented drinks, fruits and vegetables on the market. One of the parameters that needs to be observed is the fermentation kinetics, because through it it is possible to determine the time needed to obtain the product, optimizing production and eliminating unnecessary costs. Therefore, the objective of this study is to produce an alcoholic fermented tomato, physically-chemically characterizing the Whole Tomato Pulp - PTI (with peels and seeds) and its kinetic profile, in addition to evaluating the best concentration of pulp for its production. The development of the work took place in stages, which were: preparation of tomato pulps, physical and chemical characterization of PTI, batch fermentations and finally, kinetic modeling. Through these steps it was possible to obtain a fermented drink from chaptalized tomato pulp, with a variation of 106 - 118 g/L of ethanol concentration and classified as mild (A, B and C) and medium dry type (D). In addition, it presented a maximum fermentation efficiency of 93.62% and a maximum process yield of 43.31% and with a rate of kinetic constants, fermentation time and maximum growth Monod model (μ_{max}), between 0.22 – 0,34 day⁻¹, being considered a slow fermentation. In addition, it was possible to observe that the concentration of PTI in the range of 20 - 200 g/L did not cause negative interferences in the fermentation.

Keywords: Kinetic constants, fermentation time and Monod model.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	09
2	OBJETIVOS	11
2.1	Objetivo Geral	11
2.2	Objetivos Específicos	11
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3.1	Tomate: Valor Nutricional, Produção e Resíduos	12
3.2	Fermentado Alcoólico	13
3.3	Formas de Condução dos Processos Fermentativos	14
3.3.1	Fermentação Descontínua	14
3.4	Bioquímica da Fermentação Alcoólica	16
3.5	Fatores que Afetam a Fermentação Alcoólica	18
3.6	Cinética de Fermentação	19
3.7	Modelos cinéticos de crescimento celular	21
4	METODOLOGIA	23
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	31
6	CONCLUSÕES	43
	REFERÊNCIAS	44
	ANEXOS (TERMO DE AUTORIZAÇÃO)	54

1 INTRODUÇÃO

A perda e o desperdício de alimentos são problemas não resolvidos em diversos países, que se agrava principalmente com o elevado crescimento populacional. Em 2019 estimou-se que entre um quarto e um terço dos alimentos produzidos anualmente para o consumo humano se perde ou é desperdiçado (FAO, 2019). No Brasil, um relatório da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) em parceria com a Fundação Getúlio Vargas (FGV) estima que quase 37 milhões de toneladas de resíduos alimentares foram gerados no ano de 2018 (PORPINO et al., 2018).

Frutas e hortaliças apresentam um grande volume de perdas, que ocorrem durante toda a sua cadeia produtiva (CECCATO e BASSO, 2016). Além da desvantagem atribuída a alta perecibilidade desses alimentos, os aspectos sensoriais têm importância para a aceitação do consumidor (LIMA, 2016). Assim, uma das alternativas para o aproveitamento de frutas e hortaliças é a fermentação, que é uma tecnologia eficiente e de baixo custo sendo uma opção para a indústria de alimentos e para a produção de bebidas fermentadas (SILVA et al., 2007).

Segundo a legislação brasileira, o fermentado de fruta é definido como sendo uma bebida com graduação alcoólica de 4 a 14% em volume, a 20°C, obtida através da fermentação alcoólica do mosto de fruta sã, fresca e madura de uma única espécie, do respectivo suco integral, concentrado ou polpa, que poderá nesses casos, ser adicionado água (BRASIL, 2009). Além disso, as bebidas fermentadas podem ser classificadas, segundo a quantidade de açúcar residual, em três categorias sendo elas: tipo seco, tendo até 5 g/L de açúcar residual; tipo meio seco, tendo de 5 a 20 g/L de açúcar residual; tipo suave, apresentando mais de 20 g/L de açúcar residual (COSTA et al., 2017).

Praticamente todas as frutas ou materiais açucarados podem ser utilizados na produção de bebidas alcoólicas. Uma das matérias primas que podem ser empregadas na produção de fermentados alcoólicos é o tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Ele é uma hortaliça bastante comercializada e consumida no Brasil e no mundo, tanto *in natura* quanto processado. Além disso, o tomate contém substâncias antioxidantes como ácido ascórbico, licopeno e compostos fenólicos, que exercem papel preventivo, especialmente contra doenças crônicas não transmissíveis (HEREDIA et al., 2010; BENASSI e ANTUNES, 1988; CHANG e LIU, 2007).

O estudo do processo de fermentação etanólica é relevante para a produção de bebidas fermentadas de frutas, frutos e hortaliças de qualidade e aceitáveis no mercado. A

cinética de fermentação é um dos parâmetros que precisa ser observado, pois através dela é possível determinar o tempo necessário para a obtenção de produto, otimizando a produção e eliminando custos desnecessários (DALSENTER et al., 2015).

Nesse contexto, esse estudo traz como objetivo produzir um fermentado alcoólico de tomate, caracterizando físico-quimicamente a Polpa de Tomate Inteiro - PTI (com cascas e semente) e seu perfil cinético, além de avaliar a melhor concentração de polpa para sua produção. E assim, surgindo como uma alternativa para o aproveitamento do tomate e auxílio na busca de novos tipos, sabores e nichos da indústria alimentícia.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral:

O objetivo geral do estudo foi realizar a produção de fermentado alcoólico de tomate e obter a caracterização cinética em relação ao crescimento celular, consumo de substrato e produção de etanol.

2.2 Objetivos Específicos:

- Caracterização físico-química da polpa de tomate;
- Desenvolver fermentações em batelada para analisar qual a melhor concentração de polpa de tomate utilizada na produção, fixando a concentração de levedura e de sacarose;
- Acompanhar a cinética de fermentação através de análises;
- Realizar a modelagem cinética das fermentações em batelada caracterizando as constantes cinéticas associadas.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Tomate: Valor Nutricional, Produção e Resíduos

O tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) é a principal hortaliça produzida no Brasil e uma importante *commodity* mundial, ocupando lugar de relevância na mesa do consumidor (BOTEON, 2020; BORGUINI, 2006). Consumido processado ou *in natura*, sua produção movimenta diversos setores, como o de insumos, embalagens, máquinas agrícolas e equipamentos (MELO e VILELA, 2005).

Nas últimas décadas descobriu-se, no tomate, a presença de substâncias que contribuem para a nutrição humana e exercem papel preventivo contra doenças crônicas não transmissíveis. Entre essas substâncias temos: antioxidantes, como a vitamina C, compostos fenólicos (quercetina, kaenferol, naringenina, rutina e ácido clorogênico) e os carotenoides β -caroteno e, principalmente, o licopeno (HEREDIA et al., 2010). O licopeno não é produzido pelo organismo, sendo necessário obtê-lo por ingestão de alimentos que contemplem este carotenoide. Os alimentos que possuem maior quantidade desta substância são os concentrados a base de tomate (FERREIRA, 2004).

O tomate industrial vem ganhando grande destaque na produção mundial, com uma marcante expansão nos últimos anos. Entretanto, como consequência desse crescimento, tem-se o aumento na geração de resíduos (CAMARGO, HAJ-ISA e QUEIROZ, 2007). Estima-se que cerca de 37% da produção brasileira de tomate é destinada para o processamento industrial. Onde são gerados os resíduos, que consistem em cascas, sementes e uma pequena quantidade de polpa. Cascas e sementes compreendem cerca de 2-5% da massa do total processada para produtos de tomate (KNOBLICH, ANDERSON e LATSHAW, 2005; BOTEON, 2020). Além disso, a geração de resíduos também está associada ao desperdício no uso de insumos, às perdas entre a produção e o consumo, e aos materiais que, gerados ao longo da cadeia agroindustrial, não possuem valor econômico evidente (ONG OBA, 2004).

A fim de usar os alimentos de forma completa, sem desperdícios, muitas técnicas têm sido estudadas e desenvolvidas. A citar: Coelho et al. (2001), que desenvolveu um estudo da produção de enzimas a partir do coco e suas cascas e Silva e Silva (2012), que desenvolveram estudo sobre o aproveitamento integral de alimentos. Dentre essas técnicas temos a fermentação alcoólica. Metodologia estudada e utilizada para elaboração de produtos com alto valor agregado, sendo uma técnica fácil e de baixo investimento, podendo ser usada

como matéria-prima frutas e hortaliças, apresentando um ramo novo para a indústria de fruticultura (SILVA et al., 2007).

O tomate tipo italiano é o mais utilizado na indústria de alimentos. Destaca-se pelo sabor suave, relacionado a interação entre açúcar e ácido, parâmetros relevantes para o processo fermentativo (MONTEIRO et al., 2008). Um dos principais parâmetros relacionados a doçura e sabor das frutas e hortaliças é o teor de sólidos solúveis. O tomate apresenta para esse parâmetro valor de 4 a 6° Brix (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Outros fatores que afetam a aceitação do tomate são os ácidos orgânicos e o pH, que causam influência no sabor e no aroma deste alimento. O pH do tomate varia entre 4,0 e 4,5 e os ácidos orgânicos correspondem 1/10 dos sólidos totais (SOUZA, BAPTISTA e ZAN, 2018; BORGUINI e MATTOS, 2006).

3.2 Fermentado Alcoólico

O vinho é a bebida fermentada mais antiga e que mais se tem relatos de estudos, sendo proveniente da fermentação alcoólica de uva madura ou do suco de uva. Como matérias-primas alternativas para a produção de bebidas alcoólicas fermentadas, também podem ser utilizados frutos ou vegetais que contenham umidade, açúcar e nutrientes para as leveduras (MARTINELLI FILHO, 1983). O Decreto nº 6.871 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), define o fermentado de fruta como a bebida com graduação alcoólica de 4 a 14% em volume, a 20 °C, obtida do mosto da fruta sã, fresca e madura (BRASIL, 2009).

As Bebidas fermentadas de frutos e frutas são produtos industrializados promissores em razão da tendência a sua aceitação em pesquisas de consumo, além da contribuição para a redução das perdas pós-colheita de frutas perecíveis (SANDHU e JOSHI, 1995). Além disso, os consumidores estão cada vez mais exigentes em relação à qualidade dos produtos que consomem, exercendo uma pressão positiva sob a indústria no que diz respeito à adequação, melhoria e criação de novos produtos (NOGUEIRA, 2005).

Apesar de terem propriedades físico-químicas diferente, como tipo de matéria-prima, teor alcoólico, entre outros, as bebidas fermentadas derivadas das matérias-primas açucaradas são produzidas através da fermentação alcoólica. Esse processo bioquímico ocorre quando um microrganismo se alimenta dos açúcares presentes no mosto, produzindo etanol e gás carbônico (ANDRADE et al., 2012).

Muitas bebidas alcoólicas tiveram sua origem a partir da descendência cultural, outras surgiram como alternativa para o aproveitamento do excesso de produção frutícola de certas regiões ou como uma inovação tecnológica para o uso de frutas e vegetais. Sob os aspectos de superprodução e aproveitamento das safras frutícolas brasileiras, existe a necessidade de atenuar as perdas. Para isso, uma associação entre a diversificada flora brasileira e as tecnologias de produção de bebidas alcoólicas fermentadas pode ser uma ligação para o aproveitamento da produção de frutas e vegetais ou para geração de novas perspectivas (DIAS et al., 2018).

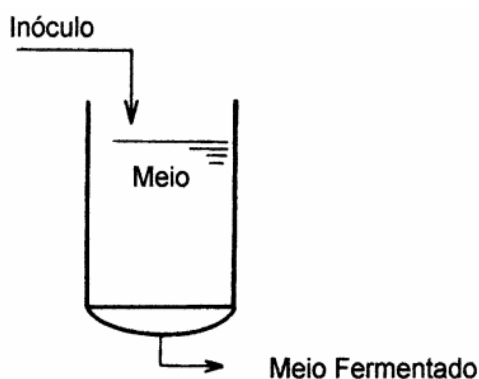
3.3 Formas de Condução dos Processos Fermentativos

A produção de etanol pode ser conduzida de quatro maneiras diferentes, sendo elas: descontínua, semicontínua, descontínua alimentada (também conhecida como batelada alimentada) ou contínua (SCHMIDELL e FACCIOTTI, 2001). Na fermentação de bebidas e alimentos, as formas de operação mais utilizadas são batelada e batelada alimentada, por proporcionarem maior segurança quanto à manutenção e assepsia, maior controle em relação à estabilidade genética do microrganismo, menor risco de contaminação e pela simplicidade do processo (CARVALHO e SATO, 2001).

3.3.1 Fermentação Descontínua

A fermentação descontínua ou batelada consiste em adicionar o inóculo e o mosto na dorna no início da fermentação. Após a fermentação, o mosto fermentado é enviado para os tratamentos finais que consistem nas operações unitárias para recuperação do produto. Este processo fermentativo está representado na Figura 1:

Figura 1. Representação do processo em batelada



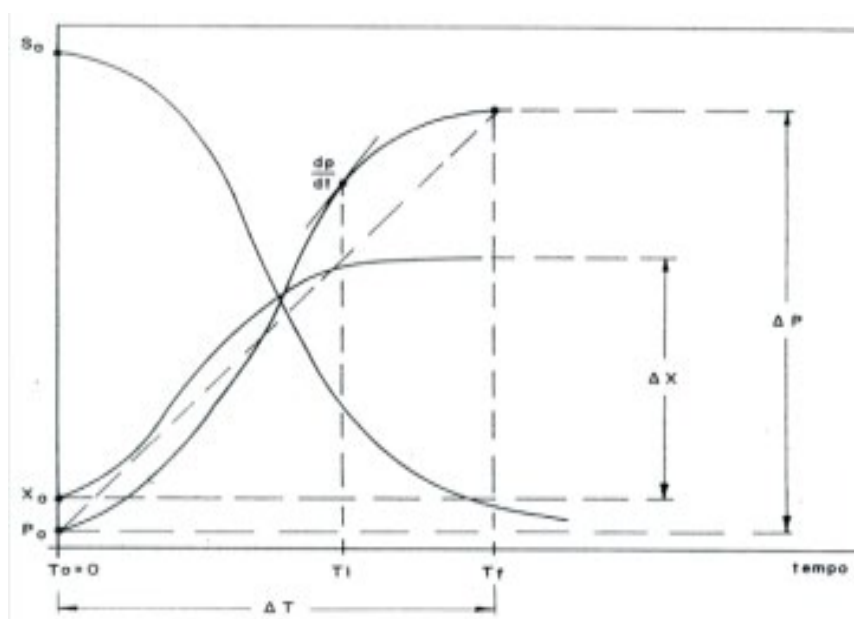
Fonte: Adaptado de Mendes et al., 2013.

No processo em batelada, o volume do reator é constante, a fermentação pode levar a baixos rendimentos, há presença de tempo morto e o substrato é adicionado de uma só vez no início da fermentação. Além disso, o microrganismo passa por todas as fases sucessivas dentro do mesmo reator. Assim, a concentração inicial de substrato e de produtos formado podem exercer efeitos de inibição nas células. Por outro lado, o processo em batelada possui menor risco de contaminação e o reator pode ser utilizado para fabricação de diversos produtos (CARVALHO e SATO, 2001).

De acordo com Copersucar (1987), os parâmetros mais medidos para o acompanhamento cinético da fermentação etanólica são variação de concentração de células com o tempo, variação da concentração de substrato com o tempo, variação da concentração de etanol formado com o tempo e, eventualmente, variação de outros nutrientes ou produtos, a citar: fontes de nitrogênio, dióxido de carbono.

Segundo Gretschmann (2009), o estudo do processo fermentativo consiste em avaliar a evolução dos valores de concentração de tais parâmetros do meio de cultivo em função do tempo de fermentação. Os valores experimentais deles permitem que sejam traçadas curvas de ajuste que os descrevem. Dessa forma, partir das curvas descritas na Figura 2 abaixo, é possível determinar as velocidades médias de transformações num período (ΔT). Considera-se no gráfico, as concentrações de substrato (S), concentração de produto (P) e concentração de microorganismos (X) presente no meio em um instante t.

Figura 2. Variação de S, X e P com o tempo em um processo fermentativo descontínuo

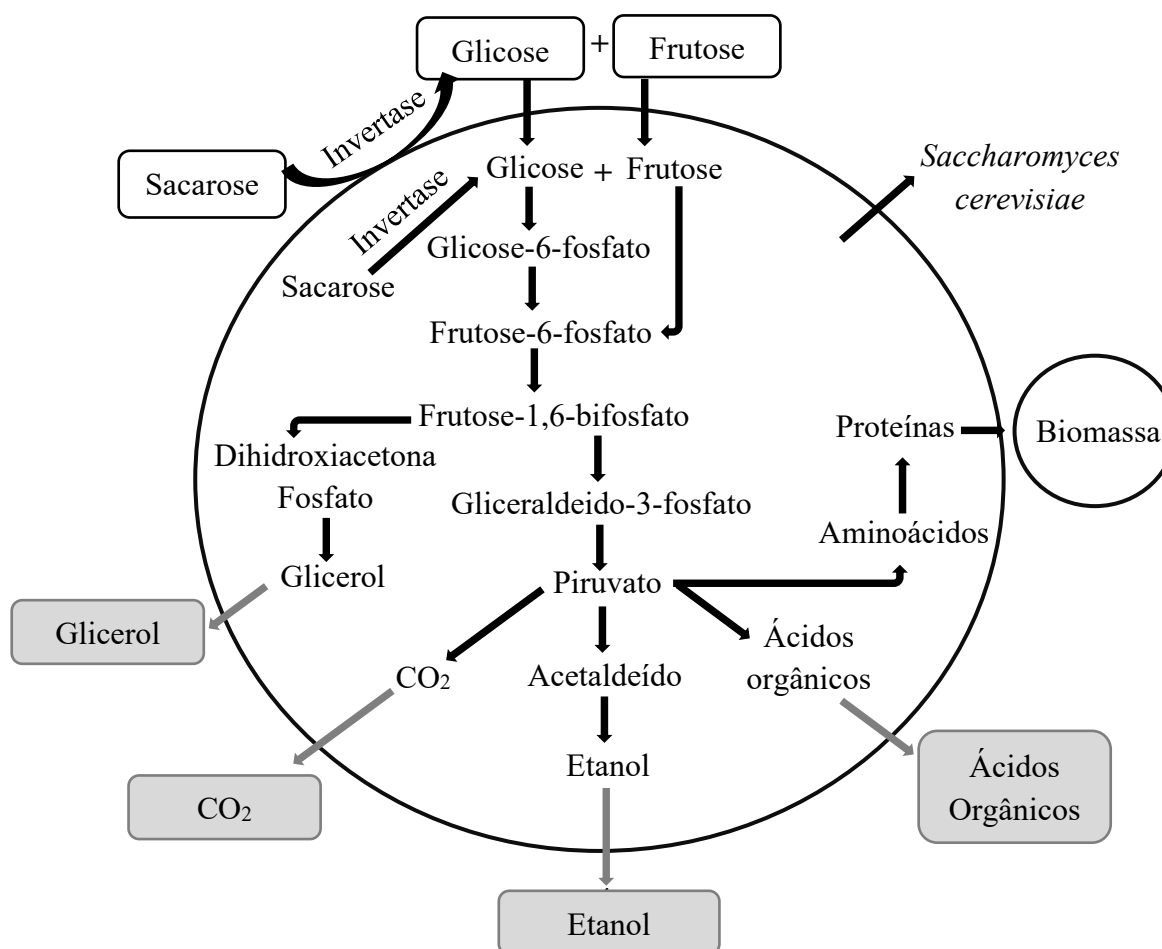


Fonte: Adaptado de Copersucar, 1987.

3.4 Bioquímica da Fermentação Alcoólica

A fermentação alcoólica é entendida como a transformação de açúcares fermentescíveis, através da ação de microrganismos, em etanol e gás carbônico (LIMA e MARCONDES, 2002). O processo biológico é anaeróbico e ocorre através de um conjunto de 12 reações ordenadas, que são catalisadas por enzimas que estão confinadas dentro do citoplasma celular, como a ilustração da Figura 3 (LIMA, BASSO e AMORIM, 2001).

Figura 3. Via metabólica simplificada da fermentação alcoólica por *S. cerevisiae*

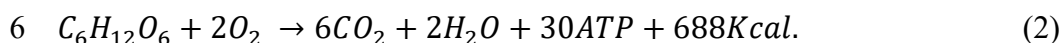
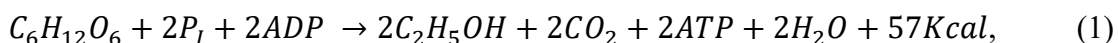


Fonte: Traduzido de Rodrigues et al., 2018.

Os carboidratos são considerados substratos para a fermentação. E, podem ser de dois tipos, os exógenos, que são fornecidos à levedura, como sacarose, glicose e frutose e os endógenos, que são os constituintes da levedura, como o glicogênio e a trealose (LIMA, BASSO e AMORIM, 2001).

O processo de quebra dos açúcares solúveis maiores em moléculas menores ocorre através da ação de leveduras durante as reações da fermentação, tal mecanismo ocorre em dois ciclos diferentes. Um dos ciclos é a glicólise (especialmente a rota de EMP; Embden-

Meyerhof-Parnas), que faz a quebra da molécula de glicose até a formação do piruvato, auxiliados por enzimas presentes no interior da célula. Na ausência de oxigênio as enzimas piruvato-descarboxilase e álcool-desidrogenase tendem a realizar a produção de etanol e água através do ácido pirúvico e pelo meio da Equação de Gay-Lussac se faz o balanço do ciclo. Na presença de oxigênio, ocorre um favorecimento da cadeia respiratória, uma parte do ácido pirúvico é direcionado para o ciclo de Krebs, formando mais ATP, NADH e FADH₂. As coenzimas NADH e FADH₂ vão para a cadeia transportadora de elétrons nas cristas mitocondriais para produzir ATP. Por meio desse processo de oxidação, será produzido o gás carbônico proveniente do ciclo de Krebs e água a partir da acepção de elétrons pelo oxigênio e combinando-se com os prótons presentes na matriz mitocondrial. As Equações de Gay-Lussac (Equação 1) e do ciclo de Krebs (Equação 2) representam de forma resumida o balanço global dos dois ciclos (TEXEIRA et al., 2014):



Ao metabolizar anaerobicamente o açúcar, a levedura busca produzir energia em forma de ATP, que é utilizado na realização das funções de crescimento, multiplicação e manutenção celular. Porém, os produtos obtidos através da fermentação alcoólica (etanol, CO₂, glicerol, entre outros) não possuem utilidade metabólica para a célula (LIMA, BASSO e AMORIM, 2001).

Pela via glicolítica ou via EMP ocorre a produção do etanol pela atuação da *Saccharomyces cerevisiae* e outras leveduras, em que a glicose (hexose) é oxidada para gliceraldeído-3-fosfato e a dihidroxicetona fosfato. Na sequência o gliceraldeído-3-fosfato é convertido em piruvato, sendo descarboxilado, obtendo o acetaldeído. Após isto, através da atuação da enzima álcool-desidrogenase usando NADH, o acetaldeído produzido sofre redução a etanol. A dihidroxicetona fosfato pode retornar ao ciclo, convertendo-se em gliceraldeído-3-fosfato, e depois em etanol, ou, alternativamente reduzindo-se a glicerol. As duas moléculas de NAD⁺ que são formadas são utilizadas na oxidação de outra molécula de glicose, mantendo o equilíbrio interior na célula (SCHMIDELL e FACCIOTTI, 2001).

Durante o processo fermentativo, as leveduras passam por tipos de estresse. Alguns desses fatores que podem causar esses efeitos negativos são: deficiência nutricional, alta temperatura, acúmulo de etanol, concentração de substrato, pH, concentração de inóculo, contaminação bacteriana, entre outros (BAI, ANDERSON e MOO-YOUNG, 2008).

3.5 Fatores que Afetam a Fermentação Alcoólica

Diversos fatores físicos, químico e biológicos afetam o rendimento da fermentação e a eficiência da conversão de açúcar em etanol (LIMA, BASSO e AMORIM, 2001). Sendo teor alcoólico, temperatura, concentração de substrato, pH e contaminação microbiana alguns desses fatores (BASSO, 2006).

O principal componente tóxico para a levedura durante o processo fermentativo é o etanol que se acumula no caldo (MAIORELLA, BLANCH e WILKE, 1983). Isso se dá pelo etanol agir direta ou indiretamente sobre as propriedades da membrana plasmática, modificando a membrana lipídica interferindo na ação de enzimas e transporte de soluto (ALVES, 1996).

Um fator que interfere nas reações bioquímicas das leveduras é a temperatura. A faixa de temperatura ótima para o crescimento de leveduras é de 26 a 35° C, temperaturas inferiores retardam a fermentação, e temperaturas superiores favorecem o aparecimento de contaminação e a levedura fica mais sensível a toxidez (LIMA, BASSO e AMORIM, 2001; SILVA FILHO et al., 2005).

Um fator que interfere no rendimento é a concentração de substrato, que está diretamente ligada a concentração de açúcares do mosto no início da fermentação. O aumento da concentração de açúcares causa o aumento da produção de etanol, tornando a fermentação lenta. Já no caso de baixa concentração de açúcares, ocorreram baixos rendimentos na produção do álcool (SCHMIDELL e FACCIOTTI, 2001).

O pH é outro fator de importância que afeta o controle do crescimento bacteriano, afetando assim o crescimento da levedura, velocidade de fermentação e produção de subprodutos. Normalmente, o pH ótimo dos mostos industriais é mantido entre 4,5 e 5,0, controlando a contaminação bacteriana e o crescimento das leveduras (COSTA et al., 2017).

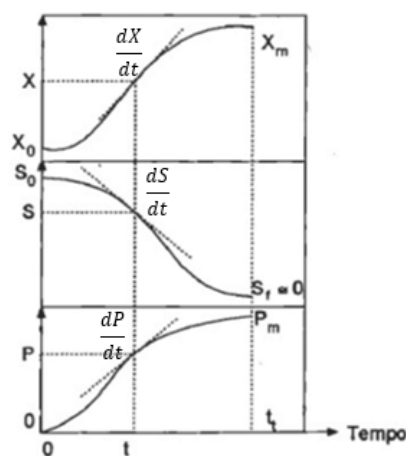
A contaminação microbiana também é um fator que deve ser observado. Os microrganismos contaminantes podem se desenvolver nas dornas de fermentação dependendo das condições de operação. Esses demais microrganismos competem com a levedura, causando aumento na acidez, gerando subprodutos que inibem crescimento, entre outros efeitos nocivos ao processo fermentativo (DARÉ, 2008; LOPES e PARAZZI, 2007; NAVES et al., 2010).

3.6 Cinética de Fermentação

No processo de fermentação alcoólica, os substratos são transformados em produtos e uma fração da energia (ATP) que é gerada será utilizada na produção de células. Dessa forma, as concentrações de substrato, produto e células variam em função do tempo de fermentação. A variação dessas concentrações é definida por Hiss (2001) como cinética química do sistema. Além disso, através de observações do estudo da velocidade é possível compreender a influência de parâmetros externos como, temperatura, pH, agitação, inibidores, entre outros, sob o processo fermentativo (SONEGO, 2016).

É recomendado, para os estudos cinéticos, o acompanhamento dos seguintes itens: a concentração do substrato, intitulado de “S”, sendo o composto que limita a reação; a concentração do produto de interesse econômico, intitulado de “P” e da concentração de microrganismos, intitulada de “X”. Os valores experimentais desses itens são representados em função do tempo para a obtenção das curvas de ajustes para a determinação das taxas de consumo. A Figura 4 é a representação clássica de S, P e X variando em função do tempo em um processo descontínuo (HISS, 2001).

Figura 4. Curvas típicas da variação das concentrações dos componentes de uma fermentação



Fonte: Adaptado de Hiss, 2001.

Com base nas informações apresentadas na Figura 4, as velocidades instantâneas de crescimento ou reprodução do microrganismo, consumo de substrato e formação de produto, são representadas respectivamente pelas Equações 3, 4 e 5:

$$r_X = \frac{dX}{dt}, \quad (3)$$

$$r_S = -\frac{dS}{dt}, \quad (4)$$

$$r_P = \frac{dP}{dt}. \quad (5)$$

Porém, como a concentração celular aumenta com o tempo pode-se considerar que o complexo enzimático responsável pela conversão de substrato em produto também aumentará. Diante disso, Garde (1955) sugeriu que as velocidades instantâneas de crescimento fossem avaliadas em função da concentração microbiana, intituladas de velocidade específica de crescimento, consumo de substrato e de formação de produto, descritas nas Equações 6, 7 e 8 respectivamente (HISS, 2001):

$$\mu_X = \frac{1}{X} * r_X, \quad (6)$$

$$\mu_S = \frac{1}{X} * r_S, \quad (7)$$

$$\mu_P = \frac{1}{X} * r_P. \quad (8)$$

Com isso, a partir da Equação 6, pode-se obter uma relação de primeira ordem para a taxa de crescimento microbiano (r_X):

$$r_X = \mu_X * X. \quad (9)$$

Para a existência de uma relação entre a velocidade específica de crescimento e as taxas de consumo de substrato e do surgimento de produto, é necessário a introdução de indicadores ou fatores de conversão denominados “Y” (PHISALAPHONG, SRIRATTANA e TNATHAPANICHAKOON, 2006). O rendimento em massa celular ($Y_{X/S}$) possui relação com a quantidade de massa celular gerada em base seca com o valor de substrato consumido, sendo definido por (SCHMIDELL e FACCIOTTI, 2001):

$$Y_{X/S} = \frac{\frac{dX}{dt}}{\frac{dS}{dt}} = \frac{r_X}{r_S}, \quad (10)$$

do qual, obtêm-se a Equação 11:

$$r_S = \frac{r_X}{Y_{X/S}}. \quad (11)$$

Substituindo (9) em (11), temos a relação entre a velocidade específica de crescimento do microrganismo (μ) com a taxa de consumo de substrato (SCHMIDELL e FACCIOTTI, 2001):

$$r_S = \frac{dS}{dt} = \frac{\mu_x \cdot X}{Y_X} . \quad (12)$$

Já o rendimento do produto ($Y_{P/S}$), ele se relaciona com a massa de produto formada e a massa de substrato consumida através da seguinte equação (SCHMIDELL e FACCIOTTI, 2001):

$$Y_{\frac{P}{S}} = \frac{\frac{dP}{dt}}{-\frac{dS}{dt}} = \frac{r_P}{r_S} , \quad (13)$$

do qual, obtêm-se a Equação 14:

$$r_P = Y_{\frac{P}{S}} * r_S . \quad (14)$$

Substituindo (12) em (14), temos uma correlação da taxa de formação do produto (r_P) com a velocidade de crescimento microbiano (μ_x), através da Equação 15:

$$r_P = \frac{dP}{dt} = \frac{Y_P}{Y_X} \mu_x \cdot X . \quad (15)$$

Esta equação é incontroversa em situações que o crescimento celular está associado com o aparecimento de produto (SCHMIDELL e FACCIOTTI, 2001).

3.7 Modelos Cinéticos de Crescimento Celular

Segundo Shuller e Kargil (2001) a atividade microbiana pode ser descrita por 4 modelos cinéticos de fermentação. Entre esses modelos estão:

- a) Estruturados e não-segregados, onde as células são tratadas como indivíduos de múltiplos componentes, porém com composição média semelhante;
- b) Estruturados e segregados, onde as células de microrganismos são consideradas como indivíduos distintos e formados por múltiplos componentes;
- c) Não-estruturados e segregados, onde as células são tratadas como seres individuais distintos, porém descritos por um único componente;

d) Não-estruturados e não-segregados, nos quais as células de microrganismos são consideradas como soluto. Sendo este último o que apresenta mais frequência literária (SCHMIDELL e FACCIOTTI, 2001).

Os modelos do tipo não estruturado e não segregado, em sua maioria, decorrem da velocidade específica de crescimento do microrganismo (μ) ou da produção de etanol pelo decréscimo da velocidade específica máxima através de alguns termos de inibição e limitação. A equação de Monod, que expressa a velocidade específica de crescimento do microrganismo (μ) como uma função da concentração de substrato limitante (S), é a forma mais simples para explicar e descrever o crescimento microbiano. Esta equação é proficiente para sistemas em que não há interferências significativas de inibidores e está descrita como (BERG, TYMOCZKO e STRYER, 2008):

$$\mu = \mu_{m\acute{a}x} \cdot \frac{S}{(K_S + S)}, \quad (16)$$

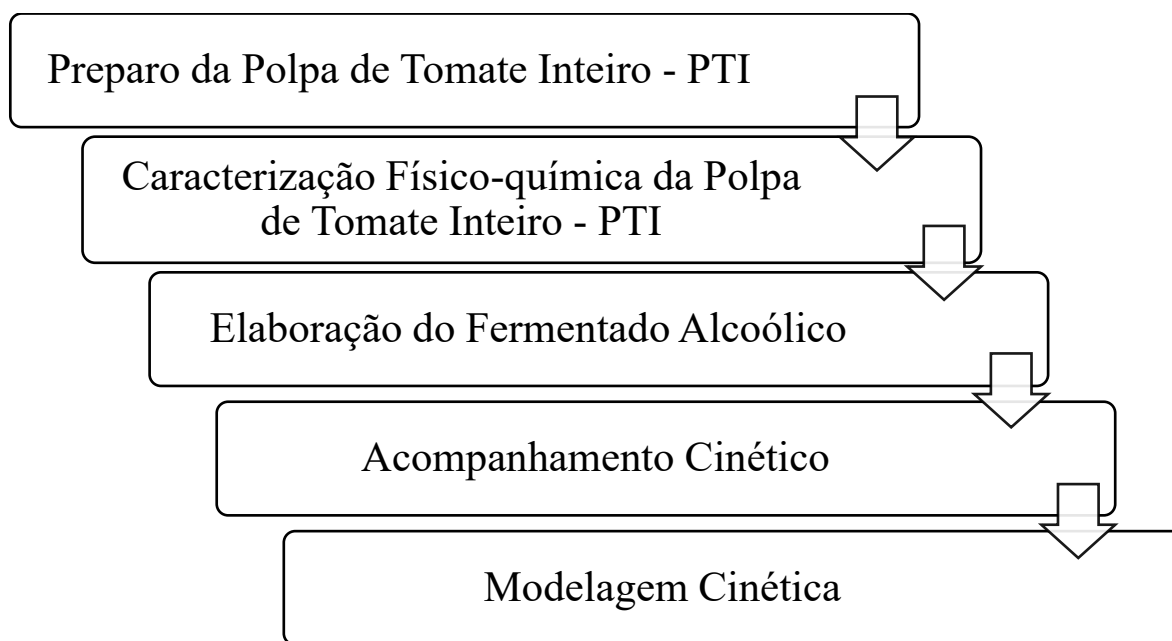
em que, $\mu_{m\acute{a}x}$ e K_S são, respectivamente, a velocidade específica máxima de crescimento e a constante de saturação de Monod.

A taxa máxima de crescimento ($\mu_{m\acute{a}x}$) ocorre quando $S \gg K_S$ e as concentrações de todos os componentes são inalteradas. Enquanto a constante de Monod irá ser equivalente a concentração de nutriente limitante na qual a velocidade específica de crescimento é metade do seu valor máximo. Fisicamente, K_S representaria a divisão entre o intervalo baixo de concentração, em que “ μ ” se torna fortemente dependente (linear) de “S”, e intervalo alto de concentração que “ μ ” se torna independente de “S” (BERG, TYMOCZKO e STRYER, 2008).

4 METODOLOGIA

O trabalho foi realizado no Laboratório de Tecnologia de Bebidas e Alimentos – LTBA e no Laboratório de Ensino em Engenharia Química – LEEQ, que ficam localizados no Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas. O fluxograma da Figura 5 apresenta sequência das etapas desenvolvidas no trabalho.

Figura 5. Fluxograma das etapas desenvolvidas no trabalho



Fonte: Autora, 2020.

4.1 Preparo das Polpas de Tomate Inteiro - PTI

O tomate foi escolhido como matéria-prima para esse estudo através de uma avaliação de seus atributos, entre eles podemos citar: ação benéfica atribuída ao alto potencial antioxidante dessa hortaliça, presença de compostos fenólicos, vitamina C e carotenoides. Sendo considerado um alimento funcional devido ao efeito preventivo de doenças crônicas não transmissíveis, atributo relacionado ao seu alto teor de licopeno. Além disso, o tomate apresenta baixo custo e disponibilidade ao longo de todo o ano (HEREDIA et al., 2010; SHEN, CHEN e WANG, 2014; NAVARRO-GONZÁLEZ, 2016; ANJO, 2020).

A polpa de tomate utilizada foi preparada com tomates de um único lote comercializados na feira livre de Maceió/AL e originais da cidade de Petrolina/PE. Inicialmente os frutos passaram por uma seleção para eliminar os que apresentavam deterioração, selecionando, preferencialmente, os mais maduros. Em seguida, esses frutos

passaram por uma sanitização utilizando hipoclorito de sódio, durante 15 minutos. Por fim, foram triturados em liquidificador industrial para alimentos SIEMENS SLP4 e armazenados em congelador, à -10°C. Vale ressaltar que com o intuito de minimizar os resíduos gerados no processo, a polpa foi produzida com o tomate inteiro (pele, semente e polpa).

4.2 Caracterização físico-química da Polpa de Tomate Inteiro - PTI

Foram realizadas as seguintes análises para a caracterização da polpa do tomate: umidade, açúcares totais, proteína, fibras alimentares, lipídios, resíduo mineral fixo (cinzas), pH e sólidos solúveis totais - SST (°Brix). Todas as análises estão com suas respectivas metodologias no Quadro 1:

Quadro 1. Procedimentos analíticos realizados para a caracterização físico-química da PTI

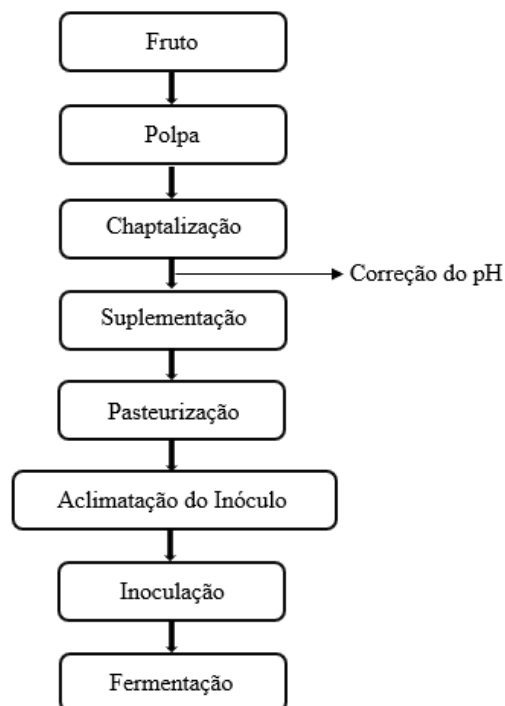
ANÁLISE	MÉTODO/REFERÊNCIA
Umidade	IAL, 2005; AOAC, 2002
Açúcares Totais	Adapt. TREVELYAN e HANRRISON, 1952
Lipídios	IAL, 2005
Fibra Bruta	HENNEMBERG, 1864
Cinzas	IAL, 2005
Acidez Titulável	IAL, 2005
Sólidos Solúveis Totais - SST	AOAC, 2002
pH	IAL, 2008
Proteínas	IAL, 2008

Fonte: Autora, 2020.

4.3 Elaboração do Fermentado Alcoólico

O Microrganismo utilizado para a fermentação alcoólica foi a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, na forma de fermento biológico seco Dona Benta®. Os ensaios foram baseados no trabalho de Silva et al. (2018).

As bebidas fermentadas foram elaboradas segundo o fluxograma apresentado na Figura 6:

Figura 6. Fluxograma da produção do fermentado alcoólico de tomate

Fonte: Autora, 2020.

As bebidas foram produzidas em diferentes proporções de PTI para se obter a influência dos sólidos na cinética de fermentação. A concentração de levedura e de sacarose foram baseadas nas melhores condições encontradas por Vieira et al. (2020) (concentração de levedura de 5 g/l e 25° Brix). As nomenclaturas utilizadas no estudo, bem como as condições iniciais de cada reator em batelada estão descritas na Tabela 1:

Tabela 1. Condições iniciais dos reatores em batelada

Fermentado	Concentração de PTI	CL ₀	SST ₀
A	20 g/L	5 g/L	25°Brix
B	50 g/L		
C	100 g/L		
D	200 g/L		

Legenda: SST₀: Sólidos Solúveis Totais Iniciais; CL₀: Concentração de Levedura Iniciais no inóculo.

Fonte: Autora, 2020.

Para um volume útil de mosto de 1 L, foram colocados em Erlenmeyer de 2 L, 20, 50, 100 e 200 g da PTI e diluído com água destilada até completar o volume estimado. Em seguida, foi feita a aferição do teor de sólidos totais e realizada a etapa de chaptalização com

sacarose comercial (Coruripe®). Após, o pH foi aferido e corrigido para 5,5 com bicarbonato de sódio em pó (Synth) e ácido sulfúrico (10%) (Dinâmica Química Original). Com pH aferido, foram adicionados os nutrientes, em g/L: 1,4 g de sulfato de magnésio, 5,3 g de ureia, 5,6 g fosfato de potássio e 6,8 g de extrato de levedura (SONEGO et al., 2016). Os Erlenmeyer foram pasteurizados em banho maria por 30 min à 60°C, conforme procedimento realizado por Costa et al. (2017). Por fim, o mosto foi resfriado até 30°C e em seguida a inoculação foi realizada, com concentração de levedura de 5g/L. As leveduras utilizadas foram previamente aclimatadas por 24 h em temperatura ambiente, com o mosto composto de 20 g/L de tomate, com 5,7 °Brix (60 g/L de sacarose).

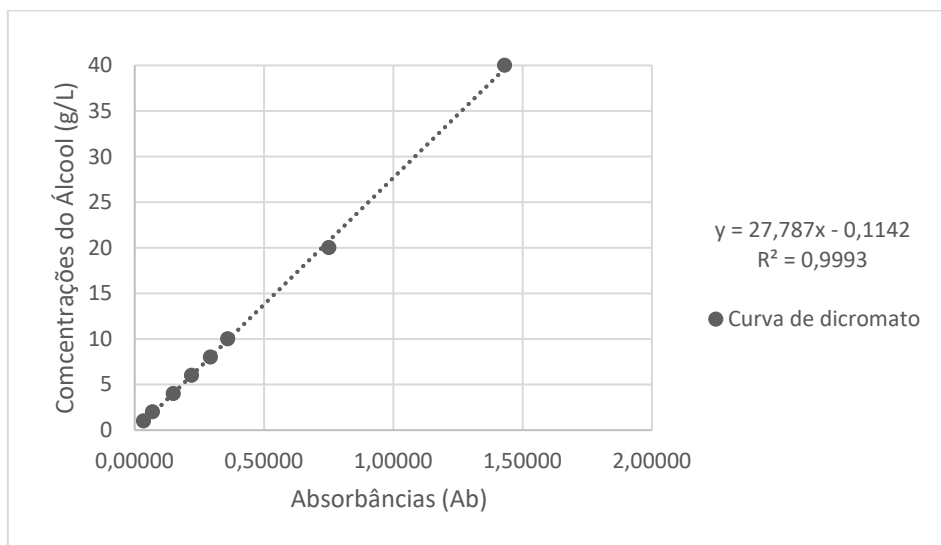
4.4 Acompanhamento Cinético

4.4.1 Concentração de Etanol (teor alcoólico)

Para a determinação da concentração de etanol na amostra foi utilizado o método do espectrofotômetro. Esse método consiste na oxidação do etanol por dicromato de potássio, em que a reação pode ser monitorada pela mudança na coloração devido a formação de sulfato de cromo (III).

A solução de dicromato utilizada foi preparada com 500 mL de água destilada, 325 mL de ácido sulfúrico concentrado e 33,678 g de dicromato de potássio padrão. Foi transferido a solução de dicromato para um erlenmeyer de 2 L com 200 mL de água em banho maria, sem aquecimento e foi transferindo o ácido aos poucos, agitando constantemente. Quando a solução estava em temperatura ambiente, completou-se o volume para 1 L. Por fim, armazenou-se a solução em vidro âmbar.

Após, destilou-se cada amostra durante 4 minutos, contados após o início da fervura, anotando o volume do destilado, método realizado conforme Abud (1997). Em seguida, foi transferido 2 mL deste destilado, que foi submetido a uma reação durante 30 minutos a 60 °C com 2 mL de solução de dicromato de potássio. Por fim, foi realizada a leitura da absorbância das amostras em espectrofotômetro a 600 nm. A concentração de etanol foi determinada a partir de uma curva de calibração de etanol em concentrações conhecidas, submetidas à mesma destilação e reação, como mostra o Gráfico 1:

Gráfico 1. Curva de calibração do dicromato de potássio

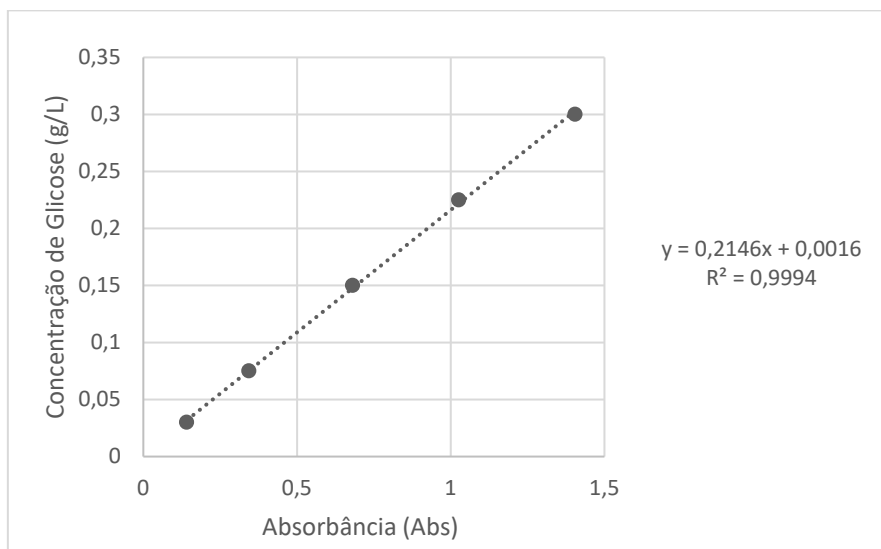
Fonte: Autora, 2020.

4.4.2 Determinação de Açúcares Totais (A.R.T.)

A determinação dos açúcares totais foi feita pelo método espectrofotométrico, adaptado a partir de Trevelyan e Hanrrison (1952), que utiliza o reagente de antrona e com medição da absorbância realizada a 625 nm. A composição do reagente de antrona é feito com mistura de 36 mL de ácido sulfúrico (H₂SO₄), 14 mL água destilada e utilizando 0,1 g de antrona, completando um volume final de reagente para 50 mL, ou seja, uma solução sulfúrica a 71% com 1 g/L de antrona. Com a solução faz-se a reação das amostras com o reagente antrona, misturando inicialmente em tubos de ensaio 0,4 ml da amostra, diluídas adequadamente quando necessárias com 3,6 ml do reagente de antrona, em seguida os tubos são levados à banho fervente por 10 min.

Para tal leitura, é necessário o preparo de uma curva padrão de glicose. Para essa foi preparada uma solução de glicose 0,3 g/L (solução mãe), a partir da qual se formulou as diferentes concentrações presente na curva padrão (0,03-0,3 g/L), por diluição.

No Gráfico 2 é apresentada a curva padrão para a reação de antrona, que foi utilizada no estudo.

Gráfico 2. Curva padrão de antrona em diferentes concentrações de glicose

Fonte: Autora, 2020.

4.4.3 Crescimento Celular

Embora a polpa de tomate produzida contenha sólidos insolúveis, foi feita a realização da contagem celular em câmara de Neubauer em microscópio óptico, conforme Antonini (2004). A concentração celular da levedura *S. cerevisiae* foi calculada de acordo com a Equação 17, e após isso convertida por uma curva padrão de peso seco celular (g/L) por concentração de células (células/mL):

$$C_x \left(\frac{\text{Células}}{\text{L}} \right) = \left(\left(\frac{\text{células totais nos 5 campos de contagem}}{5} \right) \cdot 10^4 \cdot D \right), \quad (17)$$

em que: C_x – concentração celular e D - diluição adotada para a amostra.

4.5 Modelagem Cinética

4.5.1 Parâmetros Cinéticos

Os parâmetros cinéticos da fermentação que foram calculados são: Rendimento do Processo (R_p) (%), Eficiência da Fermentação (E_f) (%), Fator de Conversão de Substrato em Produto ($Y_{P/S}$), Fator de Conversão Célula por Substrato ($Y_{X/S}$), Produtividade em Etanol (P_E) (g/L.h) e Taxa de Consumo (C_s) (g/(L.h)), como descrito abaixo:

O Rendimento do Processo (R_p) foi determinado com uma relação entre a quantidade de etanol produzido (g/L) e a açúcares totais iniciais, segundo o teor de açúcar determinado no mosto, através da Equação 18:

$$R_p = \frac{\text{Etanol obtido } \left(\frac{\text{g}}{\text{L}} \right)}{\left(\text{Açúcares Totais iniciais } \right)} * 100, \quad (18)$$

A eficiência de levedura foi determinada através da fração da conversão da quantidade de açúcares em etanol, dada por:

$$E_f = \frac{\text{Etanol obtido } \left(\frac{g}{L}\right)}{0.511 \cdot (\text{Açúcares Totais}_{\text{Início}} - \text{Açúcares Totais}_{\text{Final}})} * 100, \quad (19)$$

em que 0,511 é a relação estequiométrica de conversão da glicose em etanol, fator de Gay-Lussac.

A partir das equações de r_x , r_s e r_p , (Equações 3, 4 e 5); correspondentes respectivamente, as velocidades instantâneas de crescimento celular, consumo de substrato e formação de produto, resolvendo-se as integrais considerando-se a cinética de Monod e os fatores de conversão ($Y_{x/s}$ e $Y_{p/s}$) obtém-se as Equações 20, 21 e 22, para crescimento celular, consumo de substrato e formação de produto:

$$X_i = X_{i-1} * e^{\left(\frac{\mu_{\max} \cdot S_{i-1}}{K_s + S_{i-1}}\right) \cdot (t_i - t_{i-1})}, \quad (20)$$

$$S = S_{i-1} - \frac{1}{Y_{x/s}} \cdot \frac{\mu_{\max} \cdot S_{i-1}}{K_s + S_{i-1}} \cdot X_{i-1} \cdot (t_i - t_{i-1}), \quad (21)$$

$$P_i = P_{i-1} + \frac{Y_{p/s}}{Y_{x/s}} \cdot \frac{\mu_{\max} \cdot S_{i-1}}{K_s + S_{i-1}} \cdot X_{i-1} \cdot (t_i - t_{i-1}), \quad (22)$$

em que: X_0 corresponde a quantidade de inóculo inicial; μ_{\max} é taxa de crescimento máximo; S é concentração de substrato; K_s é a constante de semi-saturação do modelo de Monod; “ t ” é tempo de fermentação; $Y_{x/s}$ é consumo de substrato; P é concentração de etanol; e, $Y_{p/s}$ é taxa de produção de produto. i e $i-1$ representam o espaço entre dois pontos experimentais.

Outo parâmetro cinético analisado foi a produtividade em etanol da fermentação. Expressa pela massa de etanol produzida (g) por volume (L) de meio em fermentação por unidade de tempo (h), foi calculada pela Equação 23 (PAVLAK et al., 2011):

$$P = \frac{\text{Etanol Obtido}_{i+1} - \text{Etanol Obtido}_i}{t_i}, \quad (23)$$

A taxa de consumo também foi determinada durante o estudo, sendo encontrada a partir da equação 24:

$$C_s = \frac{\text{Açúcar Obtido}_{i-1} - \text{Açúcar Obtido}_i}{t_i} \quad (24)$$

4.5.2 Regressão Não-linear e Cálculo do Erro Relativo

As constantes cinéticas dos componentes do modelo foram estimadas através do Solver, suplemento da Microsoft Excel, utilizando o método Generalized Reduced Gradient (GRG). Para a validação dos modelos, a média do Erro Relativo (ER) entre os dados experimentais e os resultados teóricos foi calculada, através da Equação 25:

$$ER (\%) = \frac{100}{n} \cdot \sum_1^n \frac{|x_{calc}| - |x_{exp}|}{|x_{exp}|}, \quad (25)$$

em que: n representa o número de pontos experimentais, x_{exp} é equivalente os dados experimentais e x_{calc} representa os dados calculados.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Caracterização Físico-química da PTI

Na Tabela 2 está disposta a caracterização físico-química da PTI.

Tabela 2. Caracterização físico-química das polpas de tomate inteiro

Análises	Médias	Desvios (%)
Umidade (%)	94,08	0,036
SST (°Brix)	4,50	---
pH	4,25	---
Acidez Total (meq/g)	4,43	0,20
Proteína (g/100g)	1,05	0,17
Cinzas (g/100g)	0,11	0,08
Açúcares totais (g/L)	29,14	0,02
Lipídios (g/100g)	0,18	0,02
Fibras Alimentares (g/100g)	1,04	0,21
Carboidratos (g/L)	38	---

Fonte: Autora, 2020.

Segundo Silva e Giordano (2000) o fruto do tomateiro possui em sua composição aproximadamente 93% a 95% de água. Borguini (2002) encontrou teores de umidade que variaram de 93,73 a 94,53% para o tomate convencional, valores semelhantes ao encontrado nesse trabalho.

Para Nascimento et al. (2013) no tomate convencional espera-se um teor de sólidos solúveis de 4,75. A diferença encontrada no resultado pode estar ligada às características genéticas da própria hortaliça, pela adubação, temperatura, irrigação entre outras. Entretanto, de forma geral, o teor de SST de tomates pode variar entre 4 e 6 °Brix (ROSA et al., 2012).

Enquanto o teor de SST encontrados nos tomates está relacionado ao grau de amadurecimento do fruto, os açúcares totais afetam atributos como gosto, doçura e acidez (MALUMBO, SHEWFELT e SCOTT, 1995; CECCHI, 1999). Segundo Chitarra e Chitarra (1990) os açúcares totais representam em torno de 2,5% para o tomate, nesse estudo foi encontrado por volta de 2,9%, valor próximo ao fornecido pela literatura.

O valor obtido de pH ficou dentro da faixa de variação esperada, sendo desejável para a produção do fermentado valores entre 3,7 e 4,5. Com valores de pH nessa faixa o fermentado não apresentará acidez elevada além de impedir a proliferação de microrganismos contaminantes. A acidez total apresentou valor muito próximo do não desejado, pois acidez total acima 4,5 meq/g, traz a necessidade de períodos mais longos de esterilização da matéria prima (GUILHERME et al., 2008; MONTEIRO et al., 2008).

Em relação aos teores de proteínas, cinzas, lipídios e fibras alimentares apresentaram valores satisfatórios. Os valores esperados eram de 0,2 g de lipídios para cada 100g de tomate, 1,1 g de proteína para cada 100g de tomate, 1,2 g de fibras alimentares para cada 100g de tomate e 0,5 g de cinzas para cada 100g de tomate de cinzas. Resultados bem próximos aos que estão dispostos no Quadro 3 (TACO, 2011).

Através dos resultados das análises físico-químicas (Tabela 2) foi verificado que o teor de açúcares totais foi baixo, necessitando a adição de açúcar para a produção de um fermentado com graduação alcoólica esperada (4-14%). O pH e a acidez foram favoráveis para a fermentação pelas leveduras, fatores esses que contribuem para uma fermentação bem-sucedida.

5.2 Acompanhamento Cinético do Fermentado

Para a produção de bebidas alcoólicas de qualidade e seguras para o consumo é necessário o controle das variáveis do processo fermentativo (SILVA, 2009). Dessa forma, os perfis dos principais parâmetros da fermentação, concentração de substrato (S), formação de produto (P) e biomassa (X) foram analisados.

5.2.1 Concentração Celular

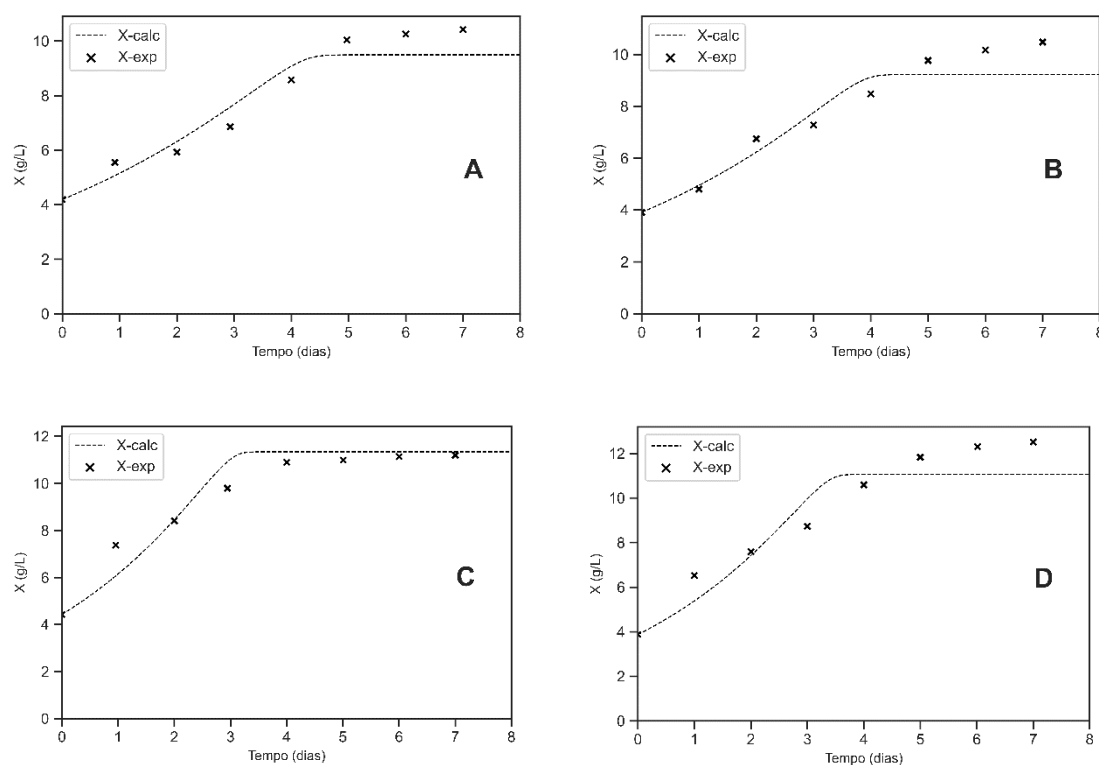
A concentração de inóculo é uma etapa fundamental para a otimização da fermentação, uma vez, que o biocatalisador que nos fornecerá o produto desejado, nesse caso o etanol (COMELLI, SULEY e ISLA, 2016; PUTRA e ABASAEED, 2018; RIVERA et al., 2017). Esse parâmetro atua diretamente na velocidade de reação, e conseqüentemente, no tempo de processo.

A comparação gráfica entre os dados experimentais e as curvas simuladas para o modelo de Monod são apresentadas na Figura 7. O processo apresentou um crescimento mais expressivo até o quinto dia, mostrando que a fase tumultuosa do processo fermentativo aconteceu nesse período. Após os primeiros 5 dias o crescimento celular continuou

aumentando até o sétimo dia, porém de forma mais lenta. A partir do sétimo dia foi possível constatar a estabilização da fermentação, que seguiu até o décimo sexto dia para ter a confirmação dessa estabilização. Entretanto, como a cinética de Monod prevê apenas fase de crescimento os pontos experimentais foram plotados até o sétimo dia. As concentrações finais celulares encontradas no sétimo dia foram de 10,5, 10,5, 12 e 12,5 g/L para A, B, C e D, respectivamente.

Através da Figura 7 é possível observar que o comportamento das curvas simuladas e experimentais são semelhantes, entretanto o modelo de Monod apresenta uma estabilização do crescimento antes do que foi encontrado através dos dados experimentais.

Figura 7. Perfis cinéticos de crescimento celular em função do tempo de fermentação. A- 20g/L de PTI, B – 50 g/L de PTI, 100 g/L de PTI e 200 g/L de PTI



Fonte: Autora, 2020.

Foi verificada também a viabilidade celular das leveduras ao longo das fermentações, para todos os fermentados, que não apresentaram um percentual de células mortas maior que 5%, e por isso a cinética não englobou a taxa específica de morte celular (SILVA e BERTUCCO, 2018).

A fermentação do mosto com polpa de tomate se desenvolveu de forma lenta, com taxa de crescimento máxima (μ_{\max}) situando-se entre 0,22-0,35 dia^{-1} (Tabela 3) e levando cerca de 7 dias para atingir estabilização da fermentação. No entanto, esse tempo de fermentação é compatível com outros trabalhos que desenvolveram fermentados de polpas de frutas/verduras, em condições semelhantes. A citar: a fermentação de *Inga edulis* que necessitou de 6 dias para atingir a fase de estabilização (FARIAS, 2019), a fermentação de tomate que necessitou de 4 dias para atingir a estabilização da fermentação (VIEIRA et al., 2020) e para a produção de fermentado de morango foram necessários 8 dias (ANDRADE et al., 2013).

Tabela 3. Constantes cinéticas do modelo de Monod para crescimento celular

Fermentado	μ_{\max} (dia^{-1})	K_s (g/L)	ER (%)
A	0,220	15,70	9,0
B	0,250	15,70	6,0
C	0,350	15,70	8,0
D	0,350	15,70	8,0

Legenda: ER: Erro Relativo.

Fonte: Autora, 2020.

Quando comparado a outros estudos cinéticos envolvendo fermentações etanólicas a partir de mostos açucarados, os valores de μ_{\max} encontrados são considerados baixos. Alguns exemplos são: fermentação de xarope açucarado que obteve um μ_{\max} de 7,01 dia^{-1} (PUTRA e ABASAEED, 2018) e fermentação do suco da palma com duração de 96 h e com valor de μ_{\max} de 6,96 dia^{-1} (SRIMACHAI et. al., 2015). No entanto, essas fermentações não apresentam condições semelhantes as utilizadas no presente estudo, sendo fermentações rápidas, cujo objetivo principal é apenas obtenção de etanol.

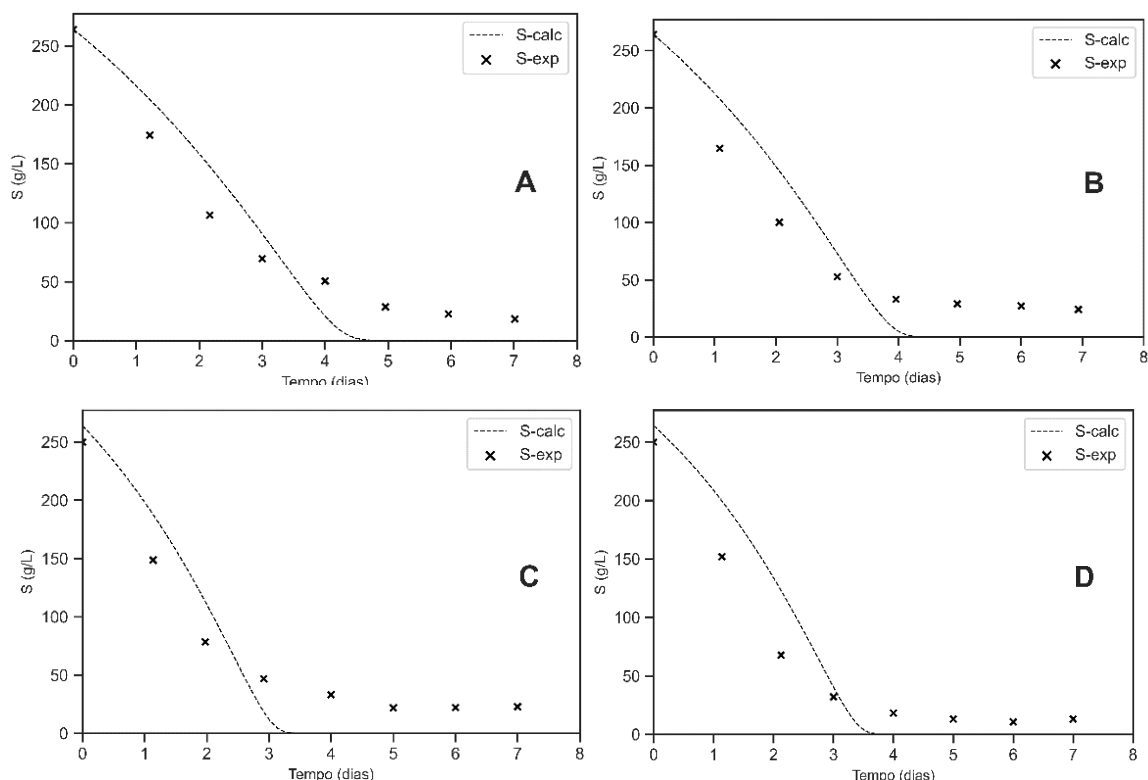
Entretanto, para a produção de uma bebida fermentada, ou seja, uma bebida alimentícia, geralmente são obtidas fermentações lentas (ALMEIDA et. al., 2014; DANTAS e SILVA, 2017). Por exemplo, na produção de cerveja foi obtido uma constante cinética (μ_{\max}) de 0,424 dia^{-1} (PARCUNEV et. al., 2005) e na produção de vinho de tomate foi obtido um (μ_{\max}) igual a 0,340 dia^{-1} (VIEIRA et al., 2020), valores próximos ao encontrado nesse trabalho.

Em relação a constante de semi-saturação do modelo de Monod (K_s), que em teoria deve ser a mesma nas variadas concentrações iniciais de substratos não apresentou valores divergentes, contemplando o que diz a teoria. Os resultados obtidos para K_s estão de acordo com os resultados obtidos por Esfahanian et al. (2016), que obteve para um fermentado utilizando glicose com K_s igual a 14,16 g/L, além disso os resultados obtidos por Rivera et al. (2017), também estão próximos ao encontrado neste trabalho com K_s de 15, 68 g/L.

5.2.2 Concentração de Substrato

A concentração de substrato inicial determina a quantidade de produto que poderá ser produzido (COMELLI, SULEY e ISLA, 2016), assim como também pode exercer papel de inibição no crescimento microbiano (PUTRA e ABASAEED, 2018). No que diz respeito à cinética fermentativa, os dados referentes ao consumo de açúcares totais, para os diferentes fermentados (A, B, C e D), todos observados em função do tempo, estão dispostos na Figura 8.

Figura 8. Concentração de substrato (S) durante a produção do fermentado alcoólico de tomate



Fonte: Autora, 2020.

As concentrações iniciais de açúcares redutores para os 4 fermentados (A, B, C e D) foram de 264g/L para A e B e 250 g/L para C e D. Houve uma redução mais expressiva da

concentração de açúcares nos primeiros 5 dias de fermentação. De forma similar ao perfil cinético do crescimento celular, foi observado que a partir do quinto dia ocorreu um consumo de substrato mais expressivo e a partir do 7 foi encontrada a estabilização da fermentação. As concentrações iniciais e finais de substrato foram de 264 - 28,37, 264 - 27,89, 250 - 23,01 e 250 - 13,23 g/L para A, B, C e D, respectivamente.

Na Figura 8, é possível observar que os perfis cinéticos foram semelhantes para as diferentes concentrações de PTI e que o modelo apresentou resultados com tendências semelhantes ao modelo de Monod. Entretanto os dados simulados a partir da cinética de Monod apresentaram valores de consumo total dos açúcares do mosto, entretanto o modelo não leva em consideração a influência dos fatores físicos que o fermentado se encontra, nem os efeitos de inibição.

Na fermentação de um mosto de frutas espera-se que ao final do processo a concentração de A.R.T se aproxime de zero (LIMA, 1999). Entretanto, a etapa de chaptalização foi realizada com adição de sacarose, que se tornou a principal fonte de alimento para o microrganismo. A levedura utilizada no processo precisou primeiramente hidrolisar esse substrato, metabolizando-o em açúcar fermentescível para, assim, consumi-lo e produzir o etanol, diminuindo a sua atividade metabólica (FARIAS, 2019). Entretanto, quando comparado a estudos realizados em condições semelhantes a concentração de açúcar residual desse trabalho foi inferior, a citar: Viera et al. (2020), que produziram um fermentado alcoólico de tomate e obtiveram a concentração de açúcar residual de 80-60g/L e Many et al. (2014) que também produziram uma fermentado de tomate com concentração de açúcar residual de 220 - 48 g/L. Esse resultado pode ser devido a cepa de *Saccharomyces cerevisiae* utilizada.

A partir dos dados obtidos podemos calcular a taxa de consumo de substrato, descritos na Tabela 4.

Tabela 4. Taxa de consumo (g/(L.h))

Fermentado	Tempo de Fermentação (Dias)						
	1	2	3	4	5	6	7
A	4,345 ± 0,072	1,290 ± 0,009	0,393 ± 0,042	0,196 ± 0,056	0,092 ± 0,013	0,041 ± 0,001	0,001 ± 0,002
B	4,683 ± 0,007	1,514 ± 0,055	0,361 ± 0,034	0,137 ± 0,014	0,078 ± 0,014	0,008 ± 0,014	0,002 ± 0,001
C	4,633 ± 0,087	1,278 ± 0,055	0,481 ± 0,021	0,143 ± 0,005	0,080 ± 0,001	0,002 ± 0,019	0,002 ± 0,004
D	4,301 ± 0,192	1,779 ± 0,102	0,405 ± 0,001	0,155 ± 0,022	0,030 ± 0,012	0,010 ± 0,004	0,002 ± 0,003

Fonte: Autora, 2020.

Os valores máximos foram muito semelhantes entre os 4 fermentados variando de 4,345 – 4,683 g/(L.h). Os resultados se aproximaram dos encontrados em outros estudos de produção de fermentados alcóolicos de frutas. Na produção de fermentado de umbu a taxa máxima de consumo foi de 5,283 g/(L.h) para 11 dias de fermentação (DANTAS e SILVA, 2017). Na produção de fermentado de tomate Many et al. (2014), obtiveram uma taxa de consumo de 4,065 g/(L.h) para 4 dias de fermentação.

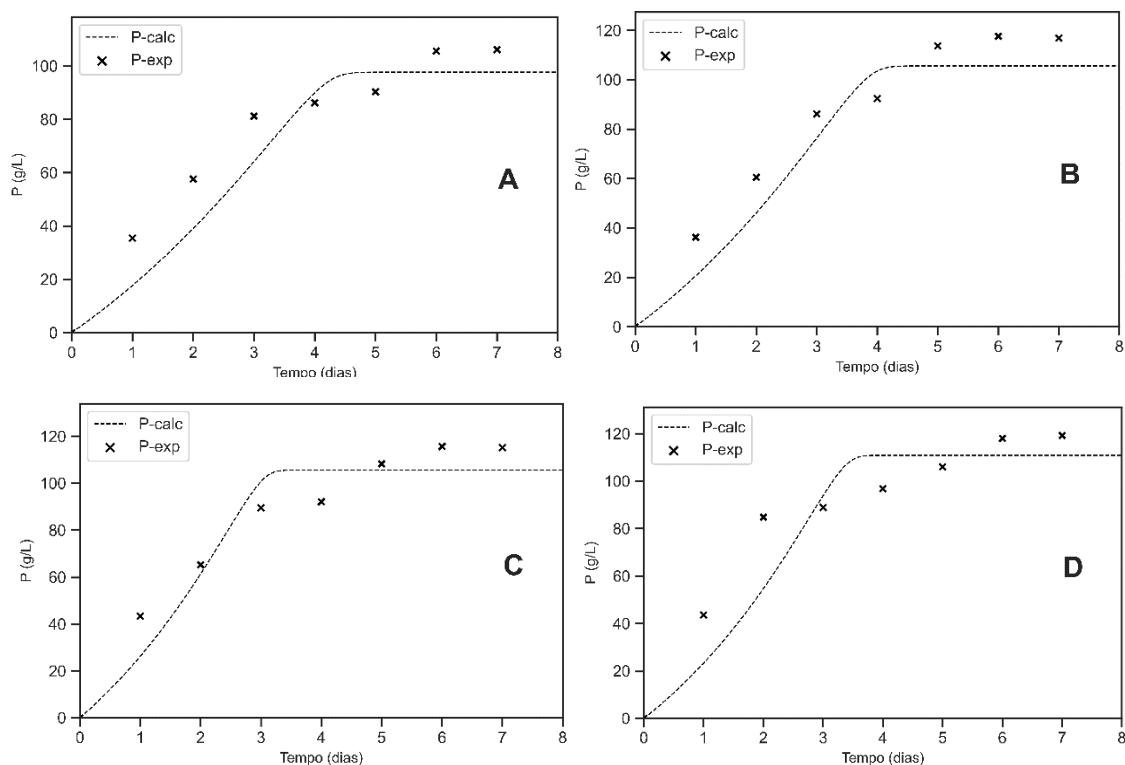
5.2.3 Concentração de Produto

Em relação ao produto, a maior importância se dá a respeito da concentração mínima de etanol para ser considerado uma bebida fermentada pela legislação brasileira. Que limita que teor deve situar-se entre 4 a 14% (v/v) (BRASIL, 2009).

De forma similar ao consumo de substrato e ao crescimento celular, as concentrações do produto demonstraram uma produção mais pronunciada nos primeiros 5 dias, em seguida ocorreu um aumento da concentração de produto mais lenta.

A comparação gráfica entre os dados experimentais e as curvas simuladas para o modelo de Monod são apresentadas na Figura 9. Ao fim da fase exponencial de crescimento foi obtido as concentrações finais de produto de 106, 116, 115 e 118 g/L para A, B, C e D, respectivamente.

Figura 9. Perfis cinéticos de formação de produto em função do tempo de fermentação. A- 20g/L de PTI, B – 50 g/L de PTI, 100 g/L de PTI e 200 g/L de PTI



Fonte: Autora, 2020.

Na Figura 9, é possível observar que os perfis cinéticos foram semelhantes para as diferentes concentrações de PTI e que o modelo apresentou resultados com tendências semelhantes ao comportamento proposto pelo modelo de Monod. Os erros relativos encontrados entre os dados experimentais e os calculados são 16, 13, 13 e 16% respectivamente para A, B, C e D. Os erros foram inferiores aos encontrados em outras produções, como Vieira et al., (2020) que encontrou valores de 9-19% de variação entre o resultado experimental e os encontrados utilizando o modelo de Monod. Poll (2018) também obteve resultados de erros próximo ao estudado encontrado valores de 12-19% no seu processo fermentativo.

O teor alcoólico dos fermentados foram de 13,4, 14,9, 14,7 e 15% (v/v), respectivamente para A, B, C, e D, utilizando $\rho = 0,789 \text{ g/cm}^3$. Valores similares a outros trabalhos da literatura, a citar: Dantas e Silva (2017) que encontraram um percentual de aproximadamente 13% (v/v) de teor alcoólico para o fermentado de Umbu, Silva (2008) encontrou um percentual de 14,89% (v/v) no fermentado de jabuticaba. Sendo os estudos realizados com condições semelhantes ao desenvolvido nesse trabalho.

Com os dados obtidos foi possível calcular a produtividade, disponível na Tabela 5. As produtividades variaram entre os fermentados. Entretanto, foi D que apresentou valor máximo entre os demais de 1,720 g/(L.h). Na produção de fermentados alcóolicos de frutas, as produtividades encontradas ficaram próxima as obtidas nesse estudo. Produzindo um fermentado de melancia Fontan et al. (2011) encontraram a produtividade máxima de 1,65 g/(L.h). Na produção de fermentado de tomate, Jang et al. (2010), obtiveram uma produtividade de 1,238 g/(L.h) e Bortolini e Sant'Anna (2001) que obtiveram produtividade máxima de 2 g/(L.h) na fermentação alcoólica do kiwi.

Tabela 5. Produtividade (g/(L.h))

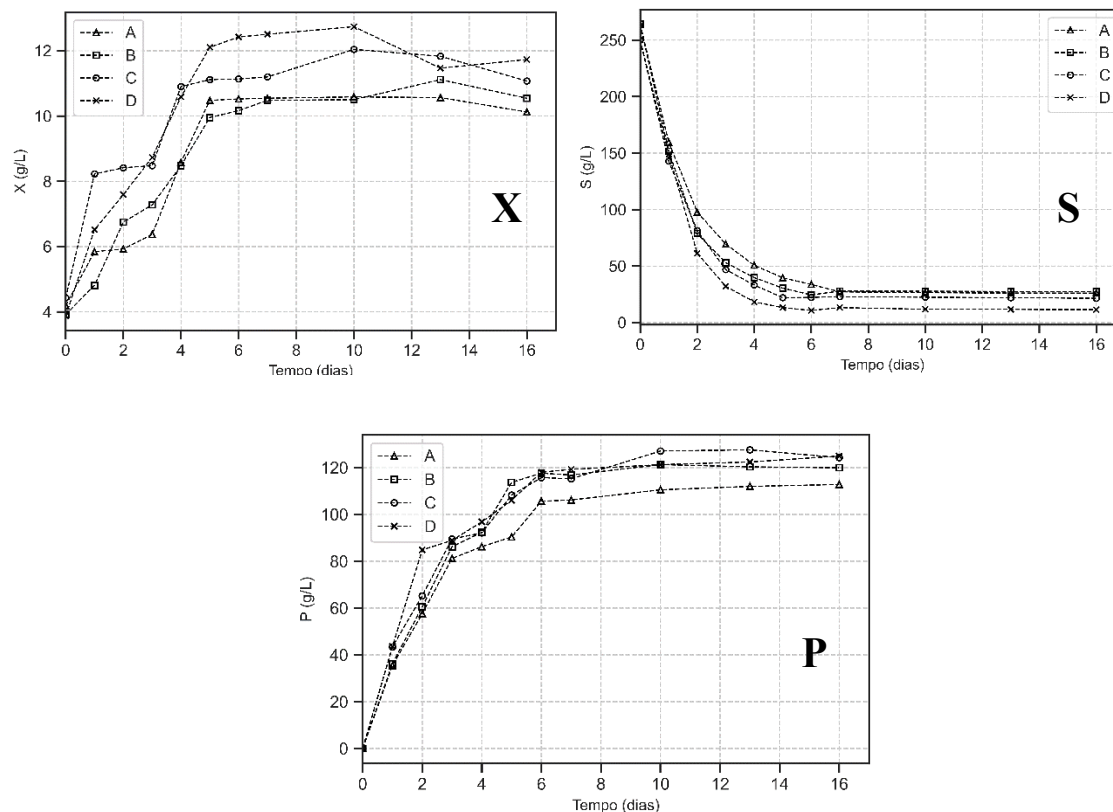
Fermentado	Tempo de Fermentação (Dias)					
	1	2	3	4	5	6
A	0,923 ± 0,001	0,491 ± 0,036	0,070 ± 0,027	0,043 ± 0,009	0,128 ± 0,002	0,004 ± 0,004
B	1,264 ± 0,250	0,504 ± 0,001	0,238 ± 0,139	0,134 ± 0,077	0,092 ± 0,056	0,003 ± 0,002
C	0,909 ± 0,002	0,506 ± 0,014	0,360 ± 0,027	0,168 ± 0,006	0,062 ± 0,010	0,004 ± 0,001
B	1,720 ± 0,119	0,084 ± 0,048	0,110 ± 0,009	0,119 ± 0,010	0,082 ± 0,007	0,003 ± 0,000

Fonte: Autora, 2020.

5.3 Relação da Concentração de PTI

Jang et al. (2010) produziram um fermentado de tomate, utilizando tomate maduro, confirmando que o mosto contendo tomate e chaptalizado pode ser usado como matéria-prima e com reprodutibilidade para fermentação etanólica. No entanto, não foi encontrado estudos sobre o efeito da concentração da PTI no fermentado. Na Figura 10 temos as concentrações encontradas para a biomassa, do consumo de substrato e da formação de produto, para dos 4 fermentados com as variações de polpas estudadas até o décimo sexto dia.

Figura 10. Concentração biomassa (X), substrato (S) e produto (P) em função do tempo de fermentação. A- 20g/L de PTI, B – 50 g/L de PTI, 100 g/L de PTI e 200 g/L de PTI



Fonte: Autora, 2020.

Através da Figura 10 podemos observar que os valores de concentração celular foram maiores para os fermentados com concentração superior de PTI. Foi D que apresentou maiores resultados de crescimento celular. Os valores da concentração celular para todos os fermentados foram de $10,868 \pm 0,863$ g/L, apresentando variação máxima de 7% em relação ao crescimento médio. Sampaio (2019) encontrou relação semelhante ao produzir fermentado de mel com graviola, obtendo maior crescimento de leveduras nos fermentados com maior concentração de polpa.

De forma semelhante ao crescimento celular o consumo de substrato e a produção de etanol também apresentaram maiores taxas nos fermentados com concentração superior de PTI. Uma das possíveis explicações para essa relação é a quantidade de sacarose adicionada na etapa de chaptalização ser inferior nos fermentados com maior quantidade de polpa. Sendo a concentração do substrato um dos fatores de influência das fermentações (SCHMIDELL e FACCIOTTI, 2001).

Essas variações nas concentrações de sacarose causaram diferença na classificação dos “vinhos” perante a legislação brasileira. Os fermentados A, B e C são do tipo suave por

apresentar mais de 20 g/L de açúcar residual (28,37, 27,89 e 23,01 g/L, respectivamente) e o fermentado D é do tipo meio seco, por apresentar de 5 a 20 g/L de açúcar residual (13,23 g/L) (COSTA et al., 2017). Em relação ao teor alcoólico todos os fermentados apresentaram valores muito próximos ao limite máximo permitido pela legislação, 14% (v/v), sendo o teor alcoólico de todos os fermentados de $14\% \pm 0,99$, sendo necessário o ajuste desse padrão.

Através dos perfis cinéticos encontrados, podemos observar que o produto, parâmetro de interesse econômico, não sofreu variação significativa pela concentração da PTI. Diferente do encontrado por Alvarenga (2014) que produziu um fermentado utilizando 10, 20 e 30% de casca de abacaxi e encontrou uma relação inversamente proporcional para a produção de etanol e a concentração de casca utilizada na fermentação, ligando esse efeito ao aumento da viscosidade no meio. Entretanto, o fermentado de tomate não apresentou variação significativamente negativa com o aumento da concentração na produção do fermentado nem por utilizar a polpa da fruta inteira, entretanto a concentração de pele e semente do tomate representam apenas de 2-5% de sua composição total (KNOBLICH, ANDERSON e LATSHAW, 2005; BOTEON, 2020).

5.4 Fatores de Conversão

Na Tabela 6 são apresentados os resultados do Rendimento do Processo (R_p), Eficiência da fermentação (E_f) e os fatores de conversão de células por substrato ($Y_{X/S}$) e produto ($Y_{P/S}$). Como a partir do sétimo dia a fermentação estabilizou, esse foi o período utilizado para o cálculo dos fatores descritos.

Tabela 6. Constantes cinéticas do processo fermentativo

Fermentado	Tempo de Fermentação (Dias)			
	$Y_{X/S}$	$Y_{P/S}$	E_f (%)	R_p (%)
A	0,020	0,370	89,769	40,131
B	0,020	0,400	92,376	42,208
C	0,0260	0,400	93,617	43,311
D	0,027	0,420	89,646	43,283

Fonte: Autora, 2020.

O fator de conversão do substrato em produto ($Y_{P/S}$), para este trabalho, variou entre os valores de 0,370 – 0,420 $g.g^{-1}$ para os fermentados com diferentes concentrações de PTI. Semelhante ao encontrado no trabalho, outros estudos também apresentaram valores similares. A citar: Srimachai et al. (2015) encontraram $Y_{P/S}$ entre 0,470-0,370 $g.g^{-1}$ e

Martínez, Vivas e Quicazán (2016) encontraram valores de $Y_{P/S}$ variando entre a 0,400 e 0,360 $\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ e Carvalho et al., (2008) encontraram o valor de $Y_{P/S}$ 0,41 $\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$.

O segundo fator de conversão é o de célula por substrato. O valor de $Y_{X/S}$ para esse trabalho variou entre 0,02 – 0,035. Esses resultados estão de acordo com autores que realizam fermentação etanólica a partir de *S. cerevisiae*. Ponce et al. (2016) que encontraram $Y_{X/S}$ de 0,03 $\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ para 170-250 g/L de açúcar e com concentração de levedura no inóculo de 2,5g/L. Entretanto, quando comparado a estudos que usara concentrações de levedura no inóculo maiores o valor é considerado baixo, como por exemplo Rivera et al. (2017) que encontrou $Y_{X/S}$ entre 0,455-0,446 quando a concentração de inóculo se alterou de 12 para 20 g/L (com concentração inicial de açúcar em sacarose entre 180-207 g/L). O valor de $Y_{X/S}$ ter um valor baixo está relacionado ao crescimento celular ter sido inferior ao esperado para o inóculo de concentração inicial de 5g/L para todos os fermentados.

A eficiência de fermentação varia entre 0-100% pois leva em conta o rendimento bioquímico. A eficiência desse processo apresentou valores 91, 35 \pm 2,26 %, esses valores estão de acordo com autores que realizam fermentação etanólica a partir de *S. cerevisiae*. A citas: a fermentação com caldo de cana-de-açúcar obteve-se uma eficiência de 92,2%, com teor alcoólico de 81 g/L e 171 g/L de concentração inicial de sacarose (RIVERA et. al., 2017), Jang et al. (2010), que fez um estudo das características da qualidade do fermentado de tomate, utilizando tomate maduro, com concentração inicial de sacarose de 240 g/L, obtiveram-se 61 g/L de concentração final de açúcar e um teor alcoólico de 80 g/L, tendo-se assim uma eficiência de 87,46%, bem próximo ao encontrando nesse trabalho. Bortolini, Sebastião e Torres, (2001), avaliaram a fermentação de kiwi e obtiveram uma eficiência variando de 75,6 a 92,4 %, valores próximos aos obtidos no presente estudo.

O rendimento de processo varia de 0-51,1% e reflete a utilização dos açúcares iniciais para o etanol produzido. Ele é importante em relação açúcar residual do fermentado e atua na classificação do vinho. Assim os resultados obtidos no trabalho se aproximam do rendimento máximo.

6 CONCLUSÕES

Através do presente estudo foi possível obter uma bebida fermentada da polpa do tomate chaptalizada, com variação de 106 - 118 g/L de concentração de etanol e classificadas como suave (A, B e C) e tipo meio seco (D). Além disso, apresentando uma eficiência máxima de fermentação de 93,62% e um rendimento de processo máximo de 43,31%.

A caracterização físico-química da polpa foi uma etapa relevante para a produção do fermentado, pois mostrou as necessidades de correção para a obtenção de um mosto que oferecesse boas condições de desenvolvimento das leveduras. Ainda sobre o mosto, a adição de açúcares mostrou-se de grande importância na formação e estabilidade do produto.

Houve um bom rendimento final do produto e com todos os parâmetros fermentativos próximos de valores encontrados em outros trabalhos. As análises mostraram que os fermentados foram do tipo suave (A, B e C) e semi seco (D). Entanto, só A apresentou teor alcoólico dentro dos limites exigidos pela legislação para fermentados de fruta.

Por fim, observou-se que a concentração de polpa com sólidos não interferiu negativamente no processo de fermentação. Se tornando uma possibilidade do aproveitamento integral da hortaliça, além de produzir um fermentado com características mais intensas das propriedades do tomate com o aumento a concentração de polpa que tem grande relevância no sabor final do produto.

REFERÊNCIAS:

- ABUD, A. K. S. Estudo do comportamento cinético e da estabilidade de uma linhagem recombinante de *Saccharomyces cerevisiae* no processo de fermentação alcoólica de amiláceos. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade de São Paulo, 1997.
- ALMEIDA, S. D. S., ALVES, W. A. L., ARAÚJO, S. A. de., SANTANA, J. C. C., NARAIN, N. SOUZA, R. R. Use of simulated annealing in standardization and optimization of the acerola wine production. **Food Science and Technology**, Campinas. Apr-june, 2014.
- ALVARENGA, L. M. Fermentados alcoólico e acético de polpa e casca de abacaxi (*Ananas Comosus* (L.) Merrill): cinética das fermentações e caracterização dos produtos. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2014.
- ALVES, J. G. L. F. Estudo da influência da temperatura na cinética de crescimento anaeróbico de *Saccharomyces cerevisiae*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Faculdade de engenharia de alimentos. Universidade de Campinas, Campinas, p. 83, 1996.
- ANDRADE, M. B. de, PERIM, G. A., SANTOS, T. R. T. dos, MARQUES, R. G. Fermentação alcoólica e caracterização de fermentado de morango. **BBR – Biochemistry and Biotechnology Reports**, v. 2, n. 3, p. 265-268, 2013.
- ANJO, D. F. C. Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular. **Jornal vascular brasileiro**, v. 3, n. 2, p. 145-154, 2020.
- AOAC. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry. 17th ed. Gaithersburg: Ed. William Horwitz, 2002.
- BAI, F. W., ANDERSON, W. A., MOO-YOUNG, M. Ethanol fermentation Technologies from sugar and starch feedstocks. **Biotechnology Advances**, 26. p. 89-105, 2008.
- BASSO, L. C. Fisiologia e ecologia microbiana. In: WORKSHOP-PRODUÇÃO DE ETANOL, I. 2006. p. 7.

BENASSI, M. T., ANTUNES, A. J. A comparison of meta-phosphoric and oxalic acids as extractant solutions for the determination of vitamin C in selected vegetables. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*. v 31. Pp: 507-513. 1988.

BERG J.M.T., TYMOCZKO J.L., STRYER L. *Bioquímica*. 6 ed. **Guanabara Koogan**, 2008.

BORGUINI, R. G. Avaliação do potencial antioxidante e algumas características do tomate (*Lycopersicon esculentum*) orgânico em comparação ao convencional. 2006. 178 f. Tese (Doutorado em Saúde Pública) -Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

BORGUINI, R.G., MATTOS, F. L. Análise do Consumo de Alimentos Orgânicos no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 40, Passo Fundo, 2002. Anais. Brasília: SOBER, p.38, 2006.

BORTOLINI, F., SANT'ANNA, E.S., TORRES, R.C. Comportamento das fermentações alcoólicas e acéticas de sucos de kiwi (*Actinidia deliciosa*); composição dos mostos e métodos de fermentação acética. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 236-243, maio/ago. 2001.

BOTEON, M., DELEO, J. P. B., MOREIRA, M. M. Tomaticultura em Números: Mesa X Indústria. *Hortifruti Brasil: Especial Tomate*, Brasília, v.19, n. 201, p. 13-18, Jun. 2020. Disponível em: <https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/completo/especial-tomate-impactos-covid-19-nos-curto-e-medio-prazos.aspx>. Acesso em: 17 dez. 2020.

BRASIL. Decreto nº 6871, de 14 de junho de 2009. Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e fiscalização de bebidas. *Legislação de bebidas*. [S.I.] p.10, jun. 2009. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Decreto/D6871.htm. Acesso em: 12 dezembro 2020.

CAMARGO, G. A., HAJ-ISA, N., QUEIROZ, M. R. Avaliação da qualidade de tomate seco em conserva. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB, v.11, n.5, p.521-526, 2007.

CARVALHO, C. C., BASSO, C. Aproveitamento integral dos alimentos em escola pública no município de Santa Maria-RS. **Disciplinarum Scientia| Saúde**, v. 17, n. 1, p. 63-72, 2016.

CARVALHO, J. C. M.; SATO, S. Fermentação descontínua. *Biotechnology Industrial: Engenharia Bioquímica*. São Paulo. Editora Edgar Bluncher, v.2, cap. 9, p. 193-204, 2001.

CECCATO, C., BASSO, C. Avaliação das perdas de frutas e verduras em supermercados de Santa Maria-RS. *Disciplinarum Scientia Saúde*, v. 12, n. 1, p. 127-137, 2016.

CECCHI, H. M. Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos. Campinas: ed Unicamp, 1999. 213 p. (reimpressão).

CHANG, C. H., LIU, Y. C. Study on lycopene and antioxidant content variations in tomatoes under air-drying process. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 72, n. 9, p. 532-540, Sept. 2007.

CHITARRA, M. I., CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 320p.

CHITARRA, M. I. F., CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2. ed. Lavras: UFLA, 785 p., 2005.

COELHO, M. A. Z., LEITE, S. G. F., ROSA, M. D. F., FURTADO, A. A. L. Aproveitamento de resíduos agroindustriais: produção de enzimas a partir da casca de coco verde. Embrapa Agroindústria de Alimentos-Artigo em periódico indexado, 2001.

COMELLI, R. N., SELUY, L. G., ISLA, M. A. Performance of several *Saccharomyces* strains for the alcoholic fermentation of sugar-sweetened high-strength wastewaters: Comparative analysis and kinetic modelling. **New Biotechnology**, n. 33, p. 874-882, 2016.

COOPERATIVA DE PRODUTORES DE CANA, AÇÚCAR E ÁLCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO (COPERSUCAR). Fermentação. São Paulo, 1987.

COSTA, R. T. R. V., SILVA, J. L., NASCIMENTO, A. M., SOUTO, M. V. Kinetics of mixed beverage production of honey from bees and strawberries. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. V. 12, n. 1, p. 90 – 94, Pombal, PB, 2017.

- DALSENTER, F.D.H., VICCINI, G., BARGA, M.C., MITCHELL, D.A., KRIEGER, N.A. A mathematical model describing the effect of temperature variations on the kinetics of microbial growth in solid-state culture. **Process Biochem**, 40. 801-807, 2015.
- DANTAS, C. E. A., SILVA, J. L. A. Fermentado alcoólico de umbu: Produção, cinética de fermentação e caracterização físico-química. **Holos**, v. 2, p. 108-121, 2017.
- DARÉ, R. M. Avaliação de coeficientes de rendimento e modelagem do processo fermentativo de produção de etanol. Dissertação, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, p. 67. 2008.
- DIAS, M. O. S., FILHO, R. M., MANTELATTO, P. E., CAVALETT, O., ROSSELL C. E. V., BONOMI, A., LEAL, M. R. L. V. Sugarcane processing for ethanol and sugar in Brazil. **Environmental Development**, n. 15, p. 35-51, 2018.
- ESFAHANIAN, M., RAD, A. S., KHOSHHAL, S., NAJAFPOUR, G., ASGHARI, B. Mathematical modeling of continuous ethanol fermentation in a membrane bioreactor by pervaporation compared to conventional system: Genetic algorithm. **Bioresource Technology**, n. 212, p. 62-71, 2016.
- FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo – Fomentando la resiliencia climática en aras de la seguridad alimentaria y la nutrición. Roma, 2019.
- FARIAS, A. V. Estudo cinético da fermentação alcoólica de *inga edulis*. 2019.
- FERREIRA, S. M. R. Característica da qualidade do tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado nos sistemas convencional e orgânico comercializado na região metropolitana de Curitiba. 2004. 249f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.
- FONTAN, R. D. C. I., VERÍSSIMO, L. A. A., SILVA, W. S., BONOMO, R. C. F., & VELOSO, C. M. (2011). Cinética da fermentação alcoólica na elaboração de vinho de melancia. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 29(2).
- GRETSCHMANN, A. S. Ajuste de curvas na produção de etanol num processo em batelada. Encontro Gaúcho de Educação matemática. Ijuí, Rio Grande do Sul, 2009.

GUILHERME, D. O., PINHO, L., COSTA, C. A., ALMEIDA, A. C., PAES, M. C. D., RODRIGUES, R. J. A., CAVALCANTI, T. F. M., FILHO, S. C. T., MENEZES, J. B. C., SALES, S. S. Análise sensorial e físico-química em frutos de tomate cereja orgânicos.

Horticultura brasileira, v. 26, n. 2, 2008.

HEREDIA, A., PEINADO, I., ROSA, E., ANDRÉS, A. Effect of osmotic pré-treatment and microwave heating on lycopene degradation and isomerization in cherry tomato. **Food Chemistry**, London, v. 123, n. 1, p. 92-98, 2010.

HISS, H. Cinética de Processos Fermentativos. In: SCHMIDELL, W., LIMA, U. A., AQUARONE, E., BORZANI, W. *Biotecnologia Industrial – Engenharia Bioquímica*. v. 2, cap. 6, p. 93-122, 2001.

IAL – Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos (IV). São Paulo, 2008.

IAL – Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análises de alimentos. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1018p, 2005.

JANG, S. Y., WOO, S. M., JO, Y. J., KIM, O. M., KIM, I. H., JEONG, Y. J. Quality Characteristics of Tomato Wine on Fermentation Conditions. **J Korean Soc Food Sci Nutr**, 39(3), 443-448, 2010.

KNOBLICH, M., ANDERSON, B., LATSHAW, D. Analyses of tomato peel and seed byproducts and their use as a source of carotenoids. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 85, n. 7, p. 1166-1170, 2005.

LIMA, J. A. D. Métodos para conservação de frutas e hortaliças. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Curso de Agronomia, Brasília, 2016.

LIMA, L. R., MARCONDES, A. A. Álcool Carburante: Uma Estratégia Brasileira, Editora UFPR: Curitiba, p. 248, 2002.

LIMA, U. A. Aguardente: fabricação em pequenas destilarias. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, Piracicaba 1ª ed, 187 p, 1999.

LIMA, U. A., BASSO, L. C., AMORUIM, H. V. Produção de Etanol. In: Schmidell, W. et al. (Coord.). *Biotecnologia Industrial – Processos Fermentativos e Enzimáticos*. V. 3, p. 1-43, 2001.

LOPES, J. J. C., PARAZZI, C. *Fermentação Alcoólica*. Araras, SP, UFSCar/DTAiSER, 26 P., 2007.

MAIORELLA, B., BLANCH, H. W., WILKE, C.R. By-product inhibition effects on ethanolic fermentation by *Saccharomyces cerevisiae*. **Biotechnology and Bioengineering**, v. 25, n. 1, p. 103-121, 1983.

MALUNDO, T. M. T.; SHEWFELT, R. L.; SCOTT, J. W. Flavor quality of fresh tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) as affected by sugar and acid levels. **Postharvest Biology and Technology**, v. 6, p. 103-110, 1995.

MANY, J. N., RADHIKA, B., GANESAN, T. Study on Tomato Wine Production and Optimization. **Journal Of Environmental Science, Toxicology And Food Technology** (IOSR-JESTFT), 2319-2399. Volume 8, Issue 1 Ver. IV, PP 97-100, 2014.

MARTINELLI FILHO, A.; *Tecnologia de Vinhos e Vinagres de Frutas – Agroindústria de Baixo Investimento*, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz: São Paulo, s.d.

MARTINEZ, D.S. Estudo dos processos industriais de produção de etanol por fermentação. Dissertação de mestrado – Faculdade de Engenharia Química / Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.

MELO, P. C. T., VILELA, N. J. Desafios e perspectivas para a cadeia brasileira do tomate para o processamento industrial. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 23, n.1, p. 154-157, jan/mar, 2005.

MENDES, T. A. O., PINTO, L. M., MENDES, D. S. O., MALTA, H. L., OLIVEIRA, E. S. Increase in yeast biomass production in batch and semi-continuous aerated propagators in the production of sugarcane spirit. **Food Technology Journal**, v. 16, n. 2, p. 81-89, 2013.

MONTEIRO, C. S., BALBI, M. E., MIGUEL, O. G., PENTEADO, P. T. P. S., HARACEMIV, S. M. C. Qualidade nutricional e antioxidante do tomate “tipo italiano”. *Alim. Nutr.*, v.19, n.1, p. 25-31, Araraquara, PR, jan./mar. 2008.

NASCIMENTO, A. R., SOARES JÚNIOR, M. S., CALIARI, M., FERNANDES, P. M., RODRIGUES, J. P. M., CARVALHO, W. T. Qualidade de tomates de mesa cultivados em sistema orgânico e convencional no estado de Goiás. **Horticultura Brasileira** 31: 628-635, 2016.

NAVARRO-GONZÁLEZ, Inmaculada; PERIAGO, Maria Jesús. El tomate, ¿alimento saludable y/o funcional?. **Revista Española de Nutrición Humana y Dietética**, v. 20, n. 4, p. 323-335, 2016.

NAVES, R. F., FERNANDES, F. S., PINTO, O. G., NAVES, P. L. F. Contaminação microbiana nas etapas de processo e sua influência no rendimento fermentativo em usina sucroalcooleira. Enciclopédia Biosfera – Centro Científico Conhecer. Goiânia, v. 6, n. 11, p. 17, 2010.

NOGUEIRA, A. Avaliação da fermentação alcoólica do extrato de bagaço de maçã. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, v. 26, n. 2, p. 187–194, abr./jun. 2005.

OLIVEIRA, J. P. M., NETO, J. C. S., LVA, S. S., SANTOS, A. S. Production of alcoholic fermented Orange. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 3, p. 35-41, 2015.

ONG OBA - ORGANIZAÇÃO NÃO GOVERNAMENTAL BANCO DE ALIMENTOS, 2004. Disponível em: <http://www.bancodealimentos.org.br/porque/dados_fome.htm>. Acesso em: 28 out. 2020.

PARCUNEV, I., NAYDENOVA, V., KOSTOV, G., YANAKIEV, Y., POPOVA, Z., KANEVA, M., IGNATOV, I. Modeling Of Alcohol Fermentation In Brewing – Some Practical Approaches. **Proceedings 26th European Conference on Modelling and Simulation**, n. 4, p. 2002-2023. 2005.

PAVLAK, M. C. M., LIMA, T. L. A., CARREIRO, S. C., PAULILLO, S. C. L. Estudo da Fermentação do Hidrolisado de batata-doce utilizando diferentes linhagens de *Saccharomyces cerevisiae*. *Tocantins*, v. 34, n. 1, p. 82-86, 2011.

PHISALAPHONG, M., SRIRATTANA, N., TNATHAPANICHAKOON, W. Mathematical modeling to investigate temperature effect on kinetic parameters of ethanol fermentation. **Biochemical Engineering Journal**, n. 28, p. 36-43, 2006.

PIRT, S. J. The maintenance energy of bacteria in growing cultures. Proceedings of the Royal Society of London. Series B. **Biological Sciences**, v. 163, n. 991, p. 224-231, 1965.

Poll, E. R. Estimação de parâmetros dos modelos cinéticos de Monod e Contois na produção de biogás de resíduos de curtume, 2018.

PONCE, G. H. S. F., NETO, J. M., JESUS, S. S., MIRANDA, J. C. C., FILHO, R.M., ANDRADE, R. R., MACIEL, M. R. W. Sugarcane molasses fermentation with in situ gas stripping using low and moderate sugar concentrations for ethanol production: Experimental data and modeling. **Biochemical Engineering Journal**, n. 110, p.: 152–161, 2016.

PORPINO, G., LOURENÇO, C. E., ARAÚJO, C. M., BASTOS, A. (2018). Intercâmbio Brasil – União Europeia sobre desperdício de alimentos. Relatório final de pesquisa. Brasília: Diálogos Setoriais União Europeia – Brasil. Disponível em: <
<http://www.sectordialogues.org/publicacao>.

PUTRA, M. D., ABASAEED, A. E. A more generalized kinetic model for binary substrates fermentations. **Process Biochemistry**, n. 75, p. 31-38, 2018.

RODRIGUES, K. C. S., SONEGO, J. L. S., CRUZ, A. J. G., BERNARDO, A., BADINO, A. C. Modeling and simulation of continuous extractive fermentation with CO₂ stripping for bioethanol production. **Chemical Engineering Research and Design**, v. 132, p. 77–88, 2018.

ROSA, C., SOARES, A. G., FREITAS, D., ROCHA, M. C., FERREIRA, J., GODOY, R. Caracterização físico-química, nutricional e instrumental de quatro acessos de tomate italiano (*lycopersicon esculentum* mill) do tipo ‘heirloom’ produzido sob manejo orgânico para elaboração de polpa concentrada Physical-chemical, nutritional. **Alimentos e Nutrição**. Araraquara, 22(4), 649-656, 2012.

Sampaio, K. F. Produção de hidromel utilizando graviola (*Annona muricata* L.) e feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) como suplementos, 2019.

SANDHU, D.K.; JOSHI, V.K. Technology, quality and scope of fruit wines especially apple beverages. **Indian Food Industry**, v. 14, n. 1, p. 24 - 34, 1995.

- SCHMIDELL, W., FACCIOTTI, M.C.R. Biorreatores e Processos Fermentativos. In: Schmidell, W. et al. (Coord.). *Biotecnologia Industrial: Engenharia Bioquímica*. Edgar Blücher, São Paulo, p. 179-192, 2001.
- SHEN, Y. C., CHEN, S. L., WANG, C. K. Contribution of tomato phenolics to antioxidation and down-regulation of blood lipids. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 55, n. 16, p. 6475-6480, Aug. 2014.
- SHULLER, M.L., KARGIL, F. Bioprocess Engineering – Basic Concepts, Anaerobic Process – Ethanol Production, v.17, p.515-518, 2011.
- SILVA FILHO, E. A., SANTOS, S. K. B., RESENTE, A. M., MORAIS, J. O. F., MORAIS JR, M. A., SIMÕES, D. A. Yeast population dynamics of industrial fuel-ethanol fermentation process assessed by PCR-fingerprinting, p. 13-23, 2005.
- SILVA, C. E. F., BERTUCCO, A. A Two-Stage System for the Large-Scale Cultivation of Biomass: a Design and Operation Analysis Based on a Simple Steady-State Model Tuned on Laboratory Measurements. *BioEnergy Research*, v. 11, p. 398-413, 2018.
- SILVA, C. G. da. Otimização da fabricação da aguardente de algaroba e aproveitamento dos resíduos sólidos em produtos alimentares. Campina Grande: UFCG/CCT, 2009. 235p. (Tese de Doutorado).
- SILVA, E. B., SILVA, E. S. Aproveitamento integral de alimentos: avaliação sensorial de bolos com coprodutos da abóbora, Cucurbita moschata, L. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 5, p. 29, 2012.
- SILVA, J. B. C., GIORDANO, L. B. Tomate para processamento industrial. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia - Embrapa Hortaliças, 2000. 168p.
- SILVA, M. E., NETO, A. B. T., SILVA, W. B., SILVA, F. L. H., SWARNAKAR, R. Cashew wine vinegar production: alcoholic and acetic fermentation. **Brazilian Journal Of Chemical Engineering**, v. 24, n. 2, p. 163-169, abr. 2007.
- Silva, P. H. A. D., Faria, F. C. D., Tonon, B., Mota, S. J. D., & Pinto, V. T. (2008). Avaliação da composição química de fermentados alcoólicos de jabuticaba (*Myrciaria jabuticaba*). **Química Nova**, 31(3), 595-600.
- SONEGO, J. L. S. Estudo da produção de etanol de sacarose por fermentação, extrativa utilizando arraste com dióxido de carbono. Tese (Doutorado em Engenharia Química). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 139 p., 2016.
- SOUZA, D. S., BAPTISTA, J. A. A., ZAN, R. A. Produção e avaliação físico-química dos vinhos (fermentados) seco e suave a partir do araçá-boi (*Eugenia stipitata mcvaugh*). **Multi-Science Journal**, v. 1, n. 13, 27-29, 2018.

SRIMACHAI, T., NUIHITIKUL, K., O-THING, S., KONGJAN, P., PANPONG, K. Optimization and Kinetic Modeling of Ethanol Production from Oil Palm Frond Juice in Batch Fermentation. **Energy procedia**, n. 79, p. 111-118, 2015.

TACO - Tabela brasileira de composição de alimentos. NEPA (Núcleo de Estudos e pesquisas em Alimentação), UNICAMP.- 4. ed. rev. e ampl., BookEditora, Campinas-SP, 161 p., 2011.

TEIXEIRA, A. S., ANDRADE, R. O., LIMA, G. S., SILVA, J. G., CARDOSO, R. L. Elaboração e avaliação da estabilidade de fermentado alcóolico de maracujá. **Caderno Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável** – dezembro, 2014. VOL. 4. No.1, Campina Grande, 2014.

TREVELYAN, W. E., FORREST, R. S., HARRISON, J. S. Determination of yeast carbohydrates with the anthrone reagent. **Nature**, v. 170, n. 4328, p. 626-627, 1952.

VAN BODEGOM, Peter. Microbial maintenance: a critical review on its quantification. **Microbial ecology**, v. 53, n. 4, p. 513-523, 2007.

Vieira, R. C., Silva, C. E. D. F., da Silva, L. O. M., Almeida, R. M. R. G., de Oliveira Carvalho, F., & dos Santos Silva, M. C. (2020). Kinetic modelling of ethanolic fermented tomato must (*Lycopersicon esculentum* Mill) in batch system: influence of sugar content in the chaptalization step and inoculum concentration. **Reaction Kinetics, Mechanisms and Catalysis**, 130(2), 837-862.

ANEXO - TERMO DE AUTORIZAÇÃO

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIDADE DE DISSERTAÇÃO, TESE, TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO, ESPECIALIZAÇÃO OU MEMORIAL ACADÊMICO NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS (RIUFAL)

Na qualidade de titular dos direitos de autor da publicação, autorizo ao Repositório Institucional da Universidade Federal de Alagoas (RIUFAL) a disponibilizar, através do site <http://www.repositorio.ufal.br>, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei n. 9610/98, o texto integral da obra abaixo citada, conforme permissões assinaladas, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção de científica brasileira, a partir desta data.

1 Identificação do material bibliográfico

<input type="checkbox"/>	Dissertação + Produto Educacional
<input type="checkbox"/>	Dissertação
<input type="checkbox"/>	Tese
<input checked="" type="checkbox"/>	Trabalho de Conclusão de Curso
<input type="checkbox"/>	Especializações
<input type="checkbox"/>	Memorial Acadêmico

2 Identificação da Dissertação, Tese, TCC, Especialização ou Memorial Acadêmico

Autor:	Mariany Fernandes Barros			
Lattes				
Lattes Atualizado:	<input checked="" type="checkbox"/>	Sim	<input type="checkbox"/>	Não
Orientador(a):	Carlos Eduardo de Farias Silva			
Coorientador(a):	Rosana Correia Vieira			

Membros da Banca:

1º Membro	Carlos Eduardo de Farias Silva
2º Membro	Albanise Enide Silva
3º Membro	Renata Maria Rosas Garcia Almeida
4º Membro	
5º Membro	

Data da Defesa:	29/10/2020
Titulação: Doutor / Mestre em:	

Título da Dissertação, Tese, TCC, Especialização ou Memorial Acadêmico no idioma original:

**ESTUDO CINÉTICO DA FERMENTAÇÃO DE BEBIDA ALCOÓLICA DE
TOMATE (*Lycopersicon esculentum Mill*)**

Palavras-chave no idioma original:

Constantes cinéticas, tempo de fermentação e modelo de Monod

Título da Dissertação, Tese, TCC, Especialização ou Memorial Acadêmico em outro idioma (Inglês):

KINETIC STUDY OF TOMATO ALCOHOLIC DRINKING FERMENTATION
(*Lycopersicon esculentum Mill*)

Palavras-chave em outro idioma (Inglês):

Kinetic constants, fermentation time and Monod model

Programa de Defesa:

--

Área de conhecimento - CNPq:

--

3 Agência de Fomento:

--

4 Informação de acesso ao documento

Liberação para publicação	<input checked="" type="checkbox"/>	Total		Parcial
---------------------------	-------------------------------------	-------	--	---------

Em caso de liberação parcial, especifique os arquivos restritos:

--

A restrição (parcial ou total) poderá ser mantida por até um ano a partir da data de autorização da publicação. A extensão deste prazo requer justificativa junto ao RIUFAL. O resumo e os metadados (elementos referenciais) ficarão sempre disponibilizados.

5 Endereço do Autor para contato:

Logradouro:	Av. Monsenhor Clovis Duarte de Barros		
Nº: 537	Compl.:	CEP: 57800-000	
Cidade:	União dos Palmares	Estado:	Alagoas
Tel.(s) : (82) 9 9112-3307			
E-mail: mariany-al@hotmail.com			
Data: 29/12/2020			

	Mariany Fernandes Barros	
--	--------------------------	--

Assinatura do Autor