

GUIA PRÁTICO PARA ANÁLISES DE pH, ACIDEZ E SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS NA AGROINDÚSTRIA

Ricardo Benites Bertasso¹, Alice Borges Landim², Brunna Martins Freitas Muniz², Marco Antônio Pereira da Silva², Tatianne Ferreira de Oliveira¹, Fernando Pereira de Sá¹

¹Universidade Federal de Goiás, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, ²Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos

Contato/e-mail: ricardo.bertasso16@gmail.com

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18474526>



Guia prático e visual para executar com precisão as análises de pH, acidez e sólidos solúveis totais, padronizando o controle de qualidade na agroindústria.

INTRODUÇÃO

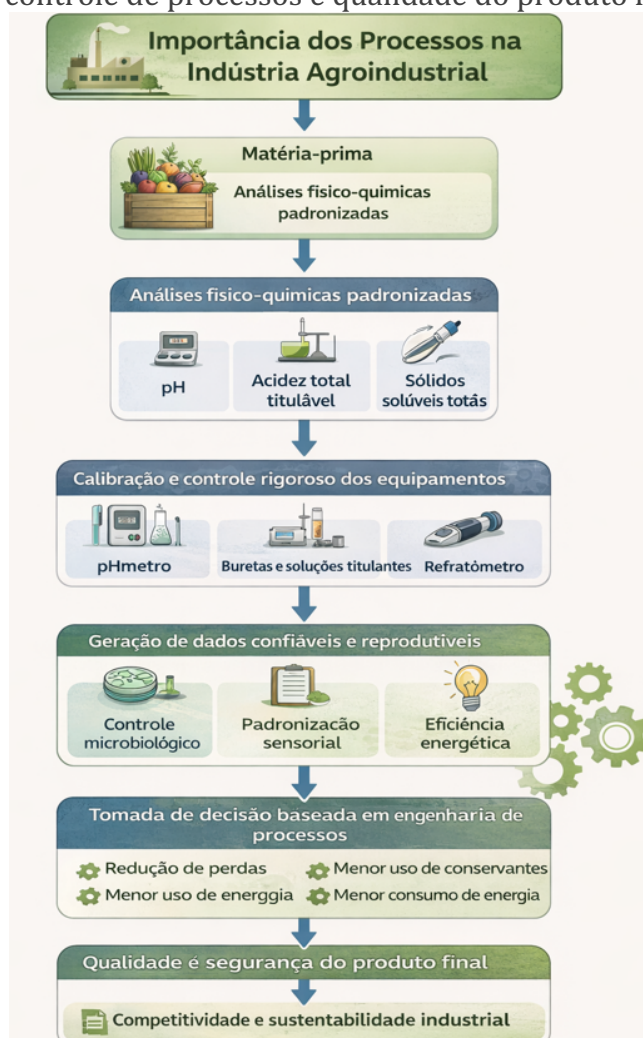
A análise físico-química é um pilar para a garantia da qualidade, segurança e conformidade regulatória na agroindústria. Parâmetros básicos como pH, acidez e sólidos solúveis totais (SST) fornecem informações cruciais sobre a estabilidade, maturidade e características sensoriais dos alimentos. O pH, um indicador da acidez ativa, é fundamental para o controle de fermentações e do crescimento microbiano. A acidez total titulável (ATT) quantifica a concentração total de ácidos, impactando diretamente o sabor, o estado de conservação e a maturação de produtos como frutas, vinhos e laticínios. Já os SST (°Brix), medidos por refratometria, correlacionam-se com o teor de açúcares, sendo vitais para o controle de qualidade em sucos, polpas e no setor sucroalcooleiro. A padronização desses métodos é imperativa para assegurar a exatidão e a reprodutibilidade dos resultados, sustentando a tomada de decisões no controle de qualidade e no desenvolvimento de produtos (IAL, 2008; COSECANA, 2015). Na indústria de sucos, a precisão analítica é o divisor de águas entre a eficiência e o prejuízo. Parâmetros como pH, acidez total titulável (ATT) e sólidos solúveis totais (SST) não são apenas números para rotulagem, mas ferramentas de engenharia de processos. O controle rigoroso desses fatores permite a aplicação de processamento adequado garantindo que o suco

seja conservado com o mínimo de tratamento térmico, preservando o sabor e as vitaminas que o consumidor moderno exige.

CONTEÚDO PRINCIPAL E DESENVOLVIMENTO

Os parâmetros pH, acidez total titulável e sólidos solúveis totais desempenham papel estratégico nos processos industriais, pois fornecem informações essenciais para o controle da qualidade, da segurança e da eficiência produtiva. Quando monitorados por meio de métodos padronizados e devidamente calibrados, esses parâmetros deixam de ser apenas indicadores laboratoriais e passam a atuar como ferramentas de engenharia de processos, orientando decisões sobre conservação, padronização sensorial, controle microbiológico e consumo energético. A correta gestão desses dados permite a redução de perdas, a otimização dos recursos produtivos e a garantia de conformidade com as exigências legais e de mercado, fortalecendo a competitividade e a sustentabilidade da indústria agroindustrial.

Figura 1. Importância dos processos na indústria agroindustrial e a relação entre análises físico-químicas, controle de processos e qualidade do produto final.



Fonte: Elaboração própria

A precisão nos resultados laboratoriais depende da execução rigorosa dos procedimentos. Abaixo, são descritos os pontos críticos para as três principais análises físico-químicas.

1. Determinação de pH

A medição é realizada potenciometricamente. O ponto crucial para a exatidão é a calibração do pHmetro. Deve-se realizar uma calibração multiponto (mínimo de dois pontos, ex: pH 4,01 e 6,86) com soluções tampão rastreáveis antes do uso. Durante a calibração, o equipamento calcula o slope (sensibilidade do eletrodo), cujo valor deve estar entre 95 % e 105 % para indicar o bom funcionamento. Valores fora dessa faixa exigem manutenção ou substituição do eletrodo. Após a calibração, o eletrodo deve ser lavado com água deionizada, seco suavemente e imerso na amostra até a estabilização da leitura. É vital que o eletrodo seja sempre armazenado em solução apropriada (KCl 3 M), nunca em água deionizada (CALDAS, 2012).

2. Acidez Total Titulável

A ATT quantifica os ácidos por meio de uma titulação de neutralização com uma base forte padronizada, geralmente hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 N. Como o NaOH não é um padrão primário, sua concentração real deve ser determinada (padronizada) contra um padrão primário, como o biftalato de potássio (KHP). A titulação da amostra é realizada até o ponto de viragem, detectado por um indicador de cor (fenolftaleína, viragem em pH \approx 8,2) ou por um pHmetro. O resultado é expresso na porcentagem do ácido predominante no alimento, utilizando um fator de conversão específico conforme detalhado na Tabela 1. A precisão depende do uso de vidrarias volumétricas calibradas e da correta padronização do titulante.

Tabela 1. Fatores de conversão (f) para cálculo de acidez total titulável, expressa em g do ácido predominante por 100 g ou 100 mL de amostra.

Ácido predominante	Fator de conversão (f)	Principais aplicações (alimentos)
Ácido Cítrico	0,064	Sucos de frutas cítricas (laranja, limão)
Ácido Tartárico	0,075	Uvas e vinhos
Ácido Málico	0,067	Maçãs, peras e outras frutas
Ácido Lático	0,090	Leite, iogurtes e produtos fermentados
Ácido Acético	0,060	Vinagres e produtos em conserva

Fonte: Adaptado do Instituto Adolfo Lutz, (2008).

Embora a Tabela 1 forneça a base para a padronização dos cálculos laboratoriais, a eficiência tecnológica da agroindústria depende da correlação desses resultados com a acidez. Entender a relação entre a massa de ácido presente e o pH resultante é fundamental para otimizar as barreiras contra a deterioração microbológica e garantir a qualidade sensorial, temas que fundamentam os pilares tecnológicos descritos no próximo tópico.

3. A relação entre pH e Acidez Total Titulável no processamento de alimentos

A determinação do pH e da acidez total titulável é, segundo Fellows (2019), o ponto de partida para definir a intensidade do tratamento térmico e a estabilidade de sucos e alimentos processados. O pH e a acidez não são tratados apenas como números de laboratório, mas como os parâmetros que

definem o projeto da fábrica. O autor enfatiza que esses valores ditam o tipo de processamento térmico e a segurança contra patógenos. A importância dessas análises vai além do controle de rotina, incidindo diretamente em três pilares tecnológicos:

1. Segurança Microbiológica e Tratamento Térmico: o pH é o fator determinante para classificar os alimentos em "ácidos" ($\text{pH} < 4,5$) ou "pouco ácidos" ($\text{pH} > 4,5$). Na indústria de sucos, manter o pH abaixo de 4,5 permite a utilização de tratamentos térmicos mais brandos, como a pasteurização, que é suficiente para destruir microrganismos deterioradores e patógenos não esporulados, preservando melhor as qualidades sensoriais da fruta (FELLOWS, 2019).

2. Estabilidade Enzimática e Sensorial: A acidez titulável influencia a taxa de reações químicas e enzimáticas. Segundo o autor, o controle desses parâmetros é essencial para inibir a atividade de enzimas como a polifenoloxidase (PPO), responsável pelo escurecimento de sucos. O monitoramento rigoroso garante que a acidez natural atue como um conservante biológico, mantendo o frescor e a cor característica do produto concentrado.

3. Eficiência no Processamento: o pH e a acidez são parâmetros importantes. Ao combinar um pH controlado com a atividade de água reduzida (conseguida na evaporação), a indústria consegue garantir a estabilidade do produto em temperatura ambiente por longos períodos, reduzindo a necessidade de refrigeração e, consequentemente, diminuindo os custos logísticos e energéticos.

4. Sólidos Solúveis Totais

Esta análise baseia-se no princípio da refratometria, sendo um parâmetro essencial para o controle de maturação de frutas e processamento industrial (COSECANA, 2015; IAL, 2008). A calibração (ajuste do zero) do refratômetro é o primeiro passo, realizado com 2 a 3 gotas de água deionizada, ajustando a leitura para 0 °Brix. A verificação da linearidade do equipamento deve ser feita com soluções padrão de sacarose, e os desvios em relação ao valor verdadeiro não devem exceder os limites pré-estabelecidos, como $\pm 0,1$ °Brix (CONSECANA, 2015). A limpeza rigorosa do prisma com água e papel macio entre as medições é essencial para evitar contaminação cruzada.

Para produzir suco concentrado (ex: 66°Brix), a indústria gasta toneladas de vapor para retirar a água. O erro de apenas 0,1 °Brix na leitura do refratômetro pode significar que a indústria está evaporando água além do necessário ou entregando um produto "sub-concentrado" que pode fermentar no transporte.

A operação unitária de evaporação tem como objetivo primordial o aumento do teor de sólidos dos alimentos para reduzir a atividade de água e promover a preservação microbiológica. Segundo Fellows (2019), a eficiência desse processo é otimizada pelo uso de vácuo parcial, que permite

a ebulição em temperaturas reduzidas, preservando componentes termolábeis e a qualidade sensorial de sucos e caldos.

Neste cenário, a análise precisa de Sólidos Solúveis Totais (°Brix) via refratometria torna-se o principal parâmetro de controle por três razões fundamentais descritas na obra:

1. Redução de Consumo de Energia: Como a evaporação é inerentemente mais dispendiosa em energia do que outros métodos de concentração (FELLOWS, 2019), o monitoramento em tempo real do °Brix evita que o processo se estenda além do necessário. Atingir o ponto exato de concentração evita o desperdício de vapor e sobrecarga nas caldeiras, maximizando a economia térmica do sistema.

2. Qualidade do Processo: O controle rigoroso do °Brix garante que o alimento atinja o grau de concentração desejado (que pode chegar a ~85% de sólidos em evaporadores industriais) sem sofrer degradação térmica excessiva, mantendo as propriedades nutricionais e sensoriais destacadas pelo autor.

3. Estabilidade do Produto: A conformidade com o °Brix final é a garantia de que o produto atingiu a redução de atividade de água necessária para sua conservação. Desvios na leitura analítica podem resultar em produtos com estabilidade comprometida ou fora dos padrões de identidade e qualidade (PIQ) exigidos pela legislação.

5. A Importância do Relação (SST/Acidez) Ratio no Processo Industrial

A identidade do suco de laranja disponível no mercado, muitas vezes elaborado via *blending* de diferentes cultivares e submetido ao tratamento térmico de pasteurização, é assegurada por parâmetros de qualidade no processo. Conforme preconizado por BRASIL (1999), este produto deve apresentar concentração de sólidos solúveis não inferior a 10,5 °Brix e uma relação SST/Acidez (*ratio*) mínima de 7,0.

A análise isolada de Sólidos Solúveis ou de Acidez não é suficiente para determinar a qualidade de um suco. O índice expresso pela relação SST/Acidez (Ratio), é o parâmetro mais fidedigno para a aceitabilidade sensorial e a padronização industrial.

6. Índices de Maturação e Impacto no Processamento de Sucos

1. Determinação do Ponto de Colheita: A relação (SST/Acidez) indica o equilíbrio entre a doçura e a adstringência. Ao colher a fruta fora da relação ideal resulta em baixo rendimento de extração e sabores desequilibrados.

2. Estratégia de Blending (Mistura): Na indústria de sucos concentrados, relação (SST/Acidez) permite a padronização de grandes volumes. Lotes com Ratio baixo (muito ácidos) podem ser misturados a lotes com Ratio alto (muito doces) para atingir a especificação exata exigida pelo cliente ou pela legislação.

3. Shelf-life: relação (SST/Acidez) influencia a estabilidade microbiológica. Um suco com Ratio equilibrado tende a ter um pH mais estável, facilitando o controle durante a pasteurização.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A transição de uma rotina analítica descritiva para um controle operacional rigoroso é o que permite à agroindústria elevar seu nível de competitividade e sustentabilidade. A adoção de procedimentos padronizados para as análises de pH, acidez e sólidos solúveis não garante apenas o atendimento à legislação vigente, mas funciona como uma estratégia de gestão de recursos. Conforme demonstrado, a exatidão na determinação do °Brix e da ATT reflete diretamente na redução do consumo de combustível nas caldeiras e na previsibilidade da vida de prateleira dos produtos. Em suma, a integração dos dados de laboratório ao fluxo produtivo é uma melhoria tecnológica essencial para mitigar perdas, assegurar a estabilidade contra patógenos e garantir que a identidade sensorial do produto final atenda às exigentes especificações do consumidor contemporâneo.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 86, de 23 de agosto de 2016. Submete à consulta pública o Projeto de Instrução Normativa que estabelece a complementação dos padrões de identidade e qualidade de suco e polpa de fruta. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 169, p. 6-10, 1 set. 2016. https://www.gov.br/agricultura/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/consultas-publicas/documentos/01_09-secao-1-portaria-86.pdf
- CALDAS, C.. **Novo Manual para Laboratórios Sucroalcooleiros**. Piracicaba: STAB, 2012. 744 p.
- CONSELHO DOS PRODUTORES DE CANA-DE-AÇÚCAR, AÇÚCAR E ETANOL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Manual de instruções**. 6. ed. Piracicaba, SP: CONSECANA-SP, 2015. 80 p.
- FELLOWS, P. J. **Tecnologia do Processamento de Alimentos: Princípios e Prática**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2019.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. 4ª ed. (1ª Edição digital), 2008. 1020 p. Acesso disponível em: <https://www.ial.sp.gov.br/ial/publicacoes/livros/metodos-fisico-quimicos-para-analise-de-alimentos>