CLARIFICAÇÃO DE CERVEJAS ARTESANAIS COM O USO DE DIFERENTES CLARIFICANTES

Camila Ferreira Vilela, Júlia Souza de Oliveira, Fátima Maria Broca, Ana Maria Barbosa

Universidade do Vale do Paraíba/Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, Avenida Shishima Hifumi, 2911, Urbanova - 12244-000 - São José dos Campos-SP, Brasil, camilafvilelasjc@hotmail.com, julia.souza01@hotmail.com, fbroca@univap.br, ana.barbosa@univap.br

Resumo

Este estudo avaliou a eficácia de diferentes clarificantes, como: Bentonita, Gelatina, PVPP (polivinilpolipirrolidona) e SC1 (solução aquosa a base de sílica coloidal) na cerveja artesanal Pale Ale, com objetivo de identificar o melhor método para melhorar a clareza visual sem comprometer os atributos sensoriais, a metodologia incluiu a aplicação dos clarificantes durante a maturação e análises de turbidez, acidez, densidade, extrato seco e teor de proteínas. Os resultados mostraram que a Gelatina foi a mais eficaz, reduzindo drasticamente a turbidez em comparação com a cerveja pura, o SC1 também foi eficaz, apresentando turbidez intermediária, porém com redução de acidez e teor de proteínas. Conclui-se que a Gelatina proporcionou a melhor clareza visual, e o SC1 também foi uma boa alternativa. Testes sensoriais adicionais são necessários para avaliar o impacto no sabor e aroma.

Palavras-chave: Clarificante. Cerveja artesanal. Turbidez. Análises.

Área do Conhecimento: Engenharias – Engenharia Química

Introdução

A produção de cerveja artesanal teve um aumento notável nos últimos tempos – uma arte que encanta um público cada vez maior de apreciadores que procuram bebidas com sabores únicos e elaboradas através de processos tradicionais. A turbidez surge como uma grande preocupação para os cervejeiros artesanais, afetando tanto o apelo visual quanto as notas de sabor da mistura final. Partículas suspensas – como leveduras, proteínas e outros compostos – são as principais responsáveis pela turbidez pós-produção, indicando uma filtração inadequada.

O processo de filtração, que visa eliminar partículas em suspensão, principalmente células de fermento, deixando a bebida transparente e brilhante, dá-se o nome de clarificação. A clarificação não altera a composição e o sabor da bebida, mas é fundamental para garantir sua apresentação, conferindo-lhe um aspecto cristalino. (OLIVEIRA, et al., 2006).

A cerveja para consumo geralmente é servida de forma límpida, brilhante e sem turbidez. Sendo importante o alcance desses parâmetros, mantendo a cerveja fresca dentro do prazo de validade. A falta de claridade é proveniente de pequenas partículas insolúveis, que mesmo em tamanhos ínfimos espalham luz deixando com aspecto de turvo. As fontes de turbidez na cerveja podem ser precipitadas de sais insolúveis, como oxalato de cálcio e materiais coloidais como proteínas e polímeros de carboidratos (LINFORTH, 2015). Antes da filtração é necessário a redução dos precursores ou das partículas coloidais já formadas, para tal são usados agentes clarificantes. (GONÇALVES, 2023).

Na busca de melhorar a turbidez da cerveja artesanal, vários clarificantes foram testados durnte a maturação. O desafio consiste em testar e selecionar um meio apropriado para alcançar clareza desejada sem comprometer os aspectos sensoriais que tornam a cerveja distinguível de qualquer outra. Este trabalho procura explorar profundamente nas possibilidades de clarificação - desde os seus tipos até às características distintivas - que podem desempenhar um papel na redução dos níveis de turbidez, mantendo intacta a essência associada à produção de cerveja artesanal.

Neste sentido, o objetivo do estudo foi fornecer uma visão abrangente dos clarificantes utilizados na produção de cerveja artesanal (Pale Ale), com foco em suas propriedades, benefícios e desafios. Através de análises detalhadas e suas comparações, identificar as melhores práticas para melhorar a

turbidez e contribuir para a qualidade e competitividade das cervejarias artesanais e, então, avaliar a clarificação, empregando testes utilizando a Bentonita, Gelatina, Polivinilpolipirrolidona, e SC1.

Metodologia

Fabricação da cerveja – Materiais e método:

Os insumos para a produção da cerveja Pale Ale utilizados foram: maltes (Pilsen e Pale Malt), lúpulos (Idaho 7 brande, Centennial e Cascade), Whirlfloc, água, fermento (A01) e solução de iodo 2% como reagente. Banho de gelo, serpentina, panela, vidro de relógio, colher, bag, fundo falso de alumínio, balança semi-analítica, béquer, bastão de vidro, funil filtrante, termômetro, refratômetro, freezer, bico de Bunsen, garrafa e fermentador com airlock.

Antes de iniciar foram separados todos os materiais utilizados e higienizados corretamente, desinfetando-os com álcool 70%. Em uma panela, foi adicionado um fundo falso de alumínio e uma bag contendo os maltes; colocou-se 10,5L de água que foi aquecido e mantido com temperatura de 62ºC a 67ºC por aproximadamente 60 minutos. Após atingir o tempo, colocou-se uma amostra em um vidro de relógio e foi adicionado algumas gotas da solução de Iodo para verificar a quebra de amido, se formar uma cor escura é porque há presença de amido, sendo necessário aquecer por mais tempo até verificar a quebra completa, através da presença da cor amarela. Finalizando essa etapa, aqueceu-se o mosto a 75,5ºC e foi mantido por 10 minutos. Adicionou-se 4,5L de água para lavar e retirou-se a bag com o malte, após isso o mosto foi aquecido até iniciar a fervura; passado 55 minutos de fervura, acrescentou-se os três tipos de lúpulos, nesse momento também foi adicionado o floculante Whirlfloc e deixou-se por 5 minutos, então o fogo foi desligado e agitou-se vagarosamente de forma a criar um vórtex, foi deixado de repouso até sedimentação. Filtrou-se toda a mistura utilizando um cone funil coador e resfriou-se o mosto em banho de gelo e se necessário, utilizar uma serpentina. Tratou-se o fermento através dos seguintes passos: pesou-se o fermento e adicionou-se um pouco de água em temperatura ambiente (água previamente fervida), agitou-se com um bastão de vidro e aguardou-se até que o fermento fosse ativado e então adicionou-se uma pequena quantidade do mosto no fermento para que ele se adaptasse a quantidade de açúcar. Adicionou-se o fermento tratado ao mosto e transferiu-se toda a mistura em recipiente adequado com uma tampa contendo a válvula airlock com álcool 70% e foi mantido em refrigeração por 7 dias.

Clarificação da cerveja – Materiais e métodos para cada clarificante:

Os insumos para a filtração final da cerveja Pale Ale utilizados foram: clarificantes (bentonita, gelatina, PVPP, e SC1), água destilada. Béquer, balança semi-analítica, proveta, chapa aquecedora, termômetro, vidro relógio, espátula, pipeta de pasteur.

De toda cerveja produzida, foi separada 500mL para cada tipo de clarificante, utilizando a proporção definida por cada fornecedor.

Clarificante Bentonita: Para o preparo da solução, foi utilizado uma proporção de 1:10 de água, então, dissolveu-se 0,5g do clarificante para 5g de água e após completa homogeneização, adicionou-se na cerveja, agitou-se e foi deixado em repouso por 48 horas para decantação.

Clarificante Gelatina: Para o preparo da solução, foi utilizado uma proporção de 1:20 de água. A água previamente fervida foi colocada em béquer, devidamente higienizado, até atingir uma temperatura entre 60°C a 65ºC e, então, dissolveu-se 0,3g do clarificante para 6g de água até que não houvesse mais grânulos em suspensão. Adicionou-se na cerveja, agitou-se e foi deixado em repouso por 48 horas para decantação.

Clarificante PVPP: A solução 6% foi previamente preparada pelo fornecedor Ambev, a mesma foi aquecida a 45ºC e após resfriada, adicionou-se 0,02g na cerveja, agitou-se e foi deixada em repouso por 48 horas para decantação.

Clarificante SC1: Foi adicionado 10 gotas na quantidade total de cerveja, agitou-se e foi deixado em repouso por 48 horas para decantação.

As avaliações a serem conduzidas na cerveja antes e após o processo de clarificação ou filtração compreenderão a análise dos seguintes parâmetros: pH, Sólidos Fixos, Teor Proteico, Turbidez, Condutividade, Densidade por meio do picnômetro e Acidez.

Análises de qualidade da cerveja - Materiais e métodos:

Dado o tempo de repouso das cervejas, após sedimentação dos clarificantes junto as proteínas, foi retirado amostras dos sobrenadantes para análises.

Os insumos para as análises de qualidade da cerveja utilizados foram: amostra da cerveja pura, amostras do sobrenadante das cervejas com clarificantes, água destilada, ácido sulfúrico concentrado, HCl 0,02N padronizado, hidróxido de sódio 0,05 mol/L, indicador fenolftaleína, indicador misto, mistura catalisadora, solução de ácido bórico 2%, solução de NaOH 50%. Balança semi-analítica, banho-maria, béquer, bloco digestor, bureta, cápsula de inox, dessecador, destilador, erlenmeyer de 125mL, espátula, estufa, pipeta de 5mL, pipeta de 20mL, pisseta, suporte e garra para bureta, tudo de digestão.

Método de Acidez: Para determinar acidez, pipetou-se 5mL da amostra descarbonatada em um frasco Erlenmeyer de 125mL contendo 10mL de água. Adicionou-se 3 gotas de fenolftaleína e titulou-se com solução de hidróxido de sódio 0,05 mol/L padronizada, até coloração rósea persistente. O cálculo para determinar o teor de acidez foi apresentado na Fórmula 1.

Fórmula 1. Cálculo para teor de acidez

$$Acidez\ em\ mol/L\ = \frac{V(NaOH)\ .\ f\ .N(NaOH)\ .1000}{Volume\ da\ amostra}$$

Onde:
V = Volume em mL de solução de hidróxido de sódio gasto na titulação
f = Fator de correção da solução de hidróxido de sódio
N = Normalidade da solução de hidróxido de sódio

Método de Extrato Seco: Para determinar o sólido fixo, pipetou-se 20mL da amostra em uma cápsula de inox, previamente seca em estufa, resfriada em dessecador até a temperatura ambiente e pesada. Evaporou-se lentamente em banho-maria até a secura. Então foi levado para estufa (100 ± 5)°C por 1 hora. Resfriou-se em dessecador até temperatura ambiente e foi pesado. O cálculo para determinar o extrato real foi apresentado na Fórmula 2.

Fórmula 2. Cálculo para extrato real

$$Extrato\ real\ \%\ m/v\ \ = \frac{100\ .\ Peso\ do\ resíduo\ em\ grama}{Volume\ da\ amostra\ em\ mL}$$

Método do Teor Proteico:

Preparo dos reagentes necessários para análise:

- Mistura catalisadora: Misturou-se 94g de K_2SO_4 (P.A) + 5g de $CuSO_4$ + 1g de selênio (opcional)
- Solução de NaOH 50%: Pesou-se 500g de NaOH e dissolvou-se completamente para 1000mL com água destilada livre de CO2. (Fazer na capela com água gelada).
- Solução de ácido bórico 2% (H_3BO_3): Pesou-se 20g de ácido bórico e dissolveu-se para aproximadamente 500mL, acrescentou-se o indicador misto e completou-se para um litro com água destilada.
- Indicador Misto: Adicionou-se por litro de H_3BO_3 2%, 5mL de solução de vermelho de metila 0,1% em etanol absoluto e 25 mL da solução verde de bromocresol 0,1% em etanol absoluto e então completou-se o volume.
- HCl 0,02 N padronizado: Mediu-se 1,7mL de HCl 37% e completou-se para 1000mL com água destilada livre de CO2.

Procedimento para análise: Pesou-se em um tubo de digestão 1,5g de catalisador, aproximadamente 0,2g de amostra, e anotou-se o peso de amostra. Em capela, acrescentou-se 5mL de ácido sulfúrico concentrado. Passou-se os tubos para o bloco digestor que foi aquecido inicialmente de 50ºC a 100ºC e aumentou-se a temperatura em 50ºC a cada 30 minutos até atingir 350ºC, observando sempre o comportamento da amostra em função da sua composição. Digeriu-se até que o conteúdo dos tubos estivesse transparente, de cor verde azulado, e a então foi aquecido por mais 60 minutos. Esfriou-se os tubos e adicionou-se um pouco de água destilada com auxílio de uma pisseta, lavando as paredes do tubo. O tubo já diluído foi colocado no destilador, neutralizou-se com NaOH 50%

(aparecimento de cor escura de óxido de cobre formado). Recolheu-se o destilado em erlenmeyer com H3BO3 a 2% com indicador misto utilizando 10mL de ácido bórico. Recolheu-se 100mL do destilado e titulou-se usando HCl 0,02N até que o indicador virasse da cor azul para vinho. O cálculo para determinar a porcentagem de nitrogênio foi apresentado na Fórmula 3 e o cálculo para porcentagem de proteína foi apresentado na Fórmula 4.

Fórmula 3. Cálculo para porcentagem de Nitrogênio

$$\%\ Nitrogênio\ = \frac{mL(HCl)\ .N(HCl)\ .fc(HCl)\ .1{,}4008}{Peso\ da\ amostra}$$

Onde:
V = Volume em mL de solução de ácido clorídrico gasto na titulação
N = Normalidade da solução de ácido clorídrico
fc = Fator de correção da solução de ácido clorídrico

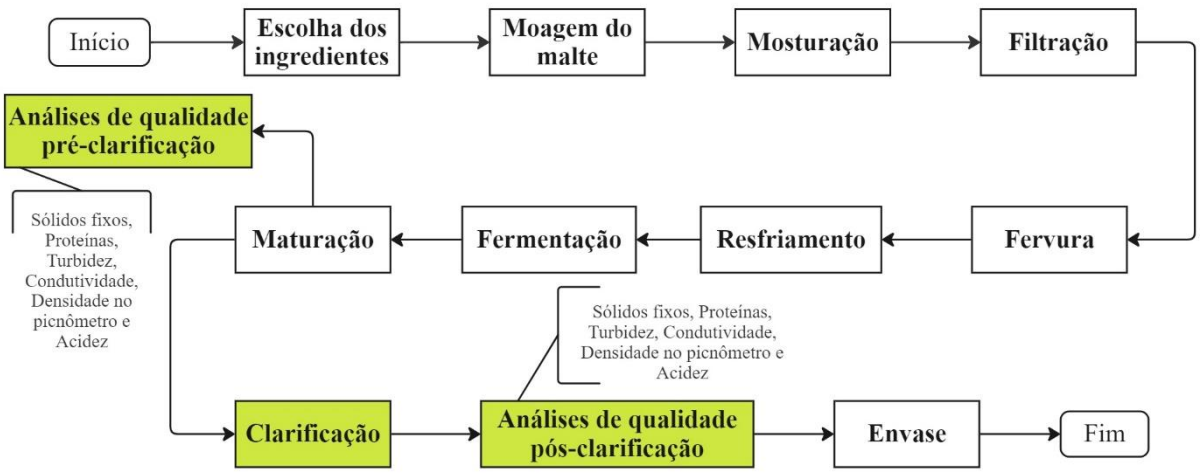
Fórmula 4. Cálculo para porcentagem de Proteína

$$\%\ Proteína\ total\ =\ \%\ Nitrogênio\ x\ Fator\ de\ conversão$$

Sendo o valor do fator geral de proteínas: 6,25 (fator de conversão).

Na Figura 1 mostra os processos necessários para a produção de uma cerveja artesanal e os campos sinalizados desse fluxo são os processos em que este estudo atuou.

Figura 1. Processo de Produção de Cerveja Artesanal



Fonte: O autor

Resultados

Após as 48h de repouso, realizou-se as análises de qualidade para comparação da condutividade, densidade por picnômetro, pH, turbidez, acidez, extrato seco e proteínas para cada cerveja, buscando o melhor meio clarificante, os resultados foram apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Análises de comparação entre os meios clarificantes.

	Cerveja 1	Cerveja 2	Cerveja 3	Cerveja 4	Cerveja 5
Condutividade (µS/cm)	1965	2001	1989	2002	2029
Densidade (g/mL)	1,0123	1,0135	1,0207	1,0129	1,0137
pH	4,33	4,33	4,31	4,33	4,31
Turbidez	107	27	63	112	295
Acidez (mol/L)	30,69	28,71	29,70	27,72	32,67
Extrato Seco (%)	5,05	5,085	5,065	5,065	5,145
Proteínas (%)	0,7735	0,7311	0,6987	0,6901	0,7635

Fonte: O autor

Legenda:
Cerveja 1: Cerveja com Bentonita
Cerveja 2: Cerveja com Gelatina
Cerveja 3: Cerveja com PVPP
Cerveja 4: Cerveja com SC1
Cerveja 5: Cerveja Pura

Discussão

A condutividade das cervejas clarificadas variou entre 1965 e 2029 µS/cm, indicando que nenhum método de clarificação alterou significativamente a quantidade de íons dissolvidos na cerveja. A densidade das cervejas variou de 1,0108 a 1,0207 g/mL, com a cerveja com PVPP apresentando a maior densidade (1,0207) e a cerveja com Bentonita a menor (1,0123). Essa variação é esperada e sugere que os diferentes métodos de clarificação não alteraram drasticamente a percepção de corpo da cerveja.

O pH das cervejas permaneceu praticamente constante, variando de 4,31 a 4,33, mostrando que todos os métodos de clarificação mantiveram a acidez dentro de uma faixa aceitável para o produto final. No entanto, a análise de acidez, medida em mol/L, variou mais significativamente, a cerveja com SC1 apresentou a menor acidez (27,72 mol/L), enquanto a cerveja pura teve a maior acidez (32,67 mol/L). Menores valores de acidez são preferíveis para reduzir a percepção de sabores ácidos indesejados, destacando a eficiência do SC1 nesse aspecto.

A turbidez das amostras variou significativamente, destacando a importância dos clarificantes na qualidade visual da cerveja, a gelatina foi a mais eficaz, reduzindo a turbidez para 27, enquanto a cerveja pura apresentou o maior valor (295), refletindo a ausência de tratamento. A gelatina garantiu uma aparência cristalina e estável, essencial para a aceitação do consumidor, ao remover a maior quantidade de partículas em suspensão, em contraste, a cerveja pura mostrou maior turbidez, indicando uma aparência turva. Outros métodos, como PVPP (63) e SC1 (112), também demonstraram eficiência na redução da turbidez, embora em menor grau que a gelatina, esses clarificantes proporcionaram uma boa apresentação visual e contribuíram para a estabilidade proteica, uma vez que as partículas tendem a formar sedimentos ou interagir quimicamente, alterando a aparência e até mesmo o sabor da cerveja, sendo opções viáveis para melhorar a clareza sem comprometer as propriedades sensoriais da cerveja. A análise reforça a importância da clarificação para garantir uma cerveja visualmente atraente e estável.

O extrato seco, que afeta o corpo e sabor da cerveja, variou de 5,05% a 5,145%, com a cerveja com cerveja pura apresentando o maior valor (5,145%), indicando que a ausência de clarificação resultou em um conteúdo ligeiramente mais alto de sólidos e a cerveja com Bentonita o menor (5,05%). Essas variações são pequenas e sugerem que os diferentes métodos de clarificação não alteraram significativamente esses atributos.

A quantidade de proteínas, que influencia a claridade e estabilidade da cerveja, variou de 0,6901% a 0,7735%. A cerveja com SC1 apresentou o menor teor de proteínas (0,6901%), enquanto a cerveja com Bentonita teve o maior teor (0,7735%). Menores níveis de proteínas são desejáveis para melhorar a claridade e estabilidade da cerveja, e o SC1 mostrou-se eficiente nesse aspecto.

Conclusão

Com base nos resultados apresentados, é, portanto, razoável concluir que a gelatina foi o clarificante mais eficaz em termos de redução da turbidez, apresentando os melhores resultados de claridade visual, com uma turbidez de apenas 27. Este clarificante demonstrou-se particularmente eficiente na remoção de partículas em suspensão, proporcionando uma cerveja mais cristalina e estável. No entanto, o SC1 também se destacou como método promissor, oferecendo boa claridade, com turbidez intermediária (112), além de baixa acidez e estabilidade proteica adequada, tornando-os opções viáveis para a produção de cervejas de alta qualidade.

Esses métodos de clarificação são, portanto, considerados como as principais opções para melhorar a qualidade visual da cerveja artesanal, com a gelatina sendo a mais eficiente nesse aspecto, seguida pelo SC1te. No entanto, são necessárias mais investigações, incluindo testes sensoriais, para avaliar como as várias abordagens de clarificação influenciam a qualidade organoléptica do produto final, garantindo que o sabor, aroma e textura da cerveja também sejam preservados ou melhorados, além da claridade visual.

Referências

BREANCINI, G. **Filtração da cerveja: descrição, equipamentos e estudos de casos**. 2018. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, 2018.

GONÇALVES, R. C. **Avaliação de extrato de resíduo de lúpulo como clarificante de cerveja**. 2023. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2023.

II-IAL. Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos -4a Edição 1a Edição Digital. [s.l: s.n.]. Disponível em: http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisede-alimentosial_2008.pdf>.

LINFORTH, R. S. Departamento Regional do Estado do Rio de Janeiro. Tecnologia cervejeira/SENAI, agrária, Centro de Tecnologia SENAI Alimentos e bebidas - Rio de Janeiro, 2014.

OLIVEIRA, R. C. DE et al. **Estudo do mecanismo de fouling em vinho e cerveja**. Iniciação Científica Cesumar. Maringá v. 8, n. 01, p. 97–104, 2006. Disponível em: https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/iccesumar/article/view/142/80

SIKORSKI, Aline Oksana; PEDROZO, Daiane Karoline Costa. **Oficina: determinação de proteína pelo método Kjeldahl: importância e determinação**. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2016. Disponível em: <https://www2.uepg.br/novostalentos/wp-content/uploads/sites/202/2021/12/OFICINA-DETERMINACAO-DE-PROTEINA-PELO-METODO-KJELDAHL.pdf>.