



CENTRO UNIVERSITÁRIO DE IPORÁ-UNIPORÁ

CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ALESSANDRO CLAUDINO SOBRINHO

**IMPLEMENTAÇÃO DE BICOS ASPERSORES EM SISTEMA DE
SECAGEM DA PROTEÍNA DO LEITE: INFLUÊNCIA NA QUALIDADE
E PRODUÇÃO**

IPORÁ-GO

2025



ALESSANDRO CLAUDINO SOBRINHO

IMPLEMENTAÇÃO DE BICOS ASPERSORES EM SISTEMA DE SECAGEM DA PROTEÍNA DO LEITE: INFLUÊNCIA NA QUALIDADE E PRODUÇÃO

Artigo apresentado à Banca Examinadora do Curso de Engenharia de Produção. Centro Universitário de Iporá-UNIPORÁ como exigência parcial para obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientadora: Prof. Esp. Daiana de Oliveira Borges

BANCA EXAMINADORA

Professora Daiana de Oliveira Borges – Especialista
Presidente da Banca e Orientadora

Professor Wender Vitor Martins dos Santos – Especialista

Professor Dhiego Alves Mariano – Especialista

IPORÁ-GO
2025

IMPLEMENTAÇÃO DE BICOS ASPERSORES EM SISTEMA DE SECAGEM DA PROTEÍNA DO LEITE: INFLUÊNCIA NA QUALIDADE E PRODUÇÃO

IMPLEMENTATION OF SPRAY NOZZLES IN MILK PROTEIN DRYING SYSTEM: INFLUENCE ON QUALITY AND PRODUCTION

Alessandro Claudino Sobrinho¹

Daiana de Oliveira Borges²

RESUMO

Este trabalho apresenta a implementação de bicos aspersores em um sistema de secagem da proteína do leite, com o objetivo de avaliar sua influência na qualidade do produto final e na eficiência produtiva. A pesquisa foi conduzida por meio de levantamento bibliográfico, observações in loco, análise documental e acompanhamento da atualização do sistema, além da coleta e comparação de dados antes e após a substituição do atomizador a disco pelos bicos aspersores. Para análise da qualidade, foram considerados os parâmetros de densidade e lacto filtração, enquanto a produtividade foi avaliada pelo tempo de ocupação da linha e rendimento mensal. Os resultados indicaram melhorias significativas: a densidade média aumentou de 0,351 g/ml para 0,555 g/ml, garantindo maior padronização das partículas e melhor aproveitamento logístico. Na lacto filtração, observou-se a eliminação de partículas queimadas, elevando a classificação do produto para categoria A, ampliando sua aceitação comercial. Quanto à produtividade, a ocupação da linha passou de 45,19% para 71,94%, evidenciando maior eficiência operacional. Conclui-se que a adoção de bicos aspersores contribuiu para otimizar o processo de secagem, melhorar a qualidade do produto e aumentar a capacidade produtiva, alinhando-se às exigências da Indústria 4.0 e fortalecendo a competitividade no setor de laticínios.

Palavras-chave: Indústria 4.0. Desumidificação de proteína. Produção de laticínios.

ABSTRACT

This study presents the implementation of spray nozzles in a milk protein drying system, aiming to evaluate their influence on product quality and production efficiency. The research was conducted through a literature review, on-site observations, document analysis, and monitoring of the system upgrade, as well as data collection and comparison before and after replacing the disc atomizer with spray nozzles. For quality analysis, density and lacto-filtration parameters were considered, while productivity was assessed through line occupancy and monthly yield. The results indicated significant improvements: the average density increased from 0.351 g/ml to 0.555 g/ml, ensuring better particle standardization and improved logistical efficiency. In lacto-filtration, the elimination of burnt particles was observed, raising the product classification to category A and expanding its commercial acceptance. Regarding productivity, line occupancy increased from 45.19% to 71.94%, demonstrating greater

¹ Graduando em Engenharia de Produção pela Centro Universitário de Iporá-UNIPORÁ, GO. Email:

² Orientador, Especialista em Engenharia de Produção pelo Universidade Cândido Minas. Email: daianaborgesgoias@gmail.com

operational efficiency. It is concluded that the adoption of spray nozzles contributed to optimizing the drying process, improving product quality, and increasing production capacity, in line with Industry 4.0 requirements and strengthening competitiveness in the dairy sector.

Keywords: Industry 4.0. Protein dehumidification. Dairy production.

1 INTRODUÇÃO

No cenário atual de crescimento e desenvolvimento industrial, a necessidade de investimentos na modernização das linhas de produção se faz cada vez mais latente, uma vez que o contexto industrial é paramentado pela Indústria 4.0. De acordo com Carvalho e Carvalho (2022) a indústria 4.0 fundamenta o estilo de produção das empresas brasileiras atualmente, dedicando-se a tornar os sistemas produtivos mais autônomos e tecnológicos, para assim garantir maiores níveis de eficiência, qualidade e rentabilidade em produção e custos.

Entre tanto, é preciso salientar que a implementação das vertentes referentes a Indústria 4.0 abrangem diversos eixos de uma linha produtiva, passando desde a automação por tecnologia digital até a atualização de máquinas e sistemas mecânicos para versões mais eficientes (PEREIRA et al., 2023). Com isso em mente, é necessário dedicar atenção aos maquinários utilizados nas linhas de produção, sempre procurando versões mais novas, ou até mesmo, opções de substituições por partes mais eficientes. No entanto, muitas empresas acabam pecando nesse ponto, e se preocupando de mais com recursos de automação e de menos com a atualização dos maquinários que deveram atender aos novos critérios produtivos (FUHR, 2019).

No ramo de laticínios o impacto da Indústria 4.0 e as exigências sobre a atualização de seus sistemas produtivos para garantir maior competitividade não é diferente. A presente revolução industrial desempenha um papel importante no sistema de gerenciamento da cadeia de suprimentos e logística de uma linha produtiva. Essa influência acarreta um impacto importante nos âmbitos de qualidade, custo e volume produzido (BATISTA, 2021). Esse impacto gerado age diretamente na cadeia de suprimentos, que está intrinsecamente ligada as operações e processos realizados dentro das linhas de produção. As tomadas de decisão e ações executadas sobre qualquer área desse segmento pode ocasionar alterações que exigem recursos financeiros ou não financeiros (MELO; ALCÂNTARA, 2016), e mantendo a lógica de rendimento, o gasto financeiro tem o poder de torna uma indústria competitiva ou não.

A densidade, por exemplo, é um fator de grande importância dentro da cadeia de suprimentos como um todo, uma vez que se trata de uma propriedade física do produto que possui o poder de influenciar no desempenho das etapas produtivas de envasamento, transporte, embalagem, pesagem, entre outros (OLIVEIRA et al., 2020). Com isso em mente, pode-se deduzir que o controle de qualidade referente ao fator densidade contribui no cenário da logística, dos custos e do cumprimento da demanda solicitada.

Ainda dentro das análises de qualidade, em especial para as linhas de produção da proteína do leite, pode-se citar a lacto filtração, ou filtração do leite, como outro exemplo de fator qualitativo importante, e diretamente relacionado ao maquinário utilizado no processo. A lacto filtração nada mais é do que um teste de qualidade que busca realizar a filtragem do produto para retirar impurezas ou partes indesejadas, como partículas queimadas ou a lactose (SANTOS et al., 2018).

No quesito de volume da produção, a atualização de maquinário também exerce um forte efeito, pois sabe-se que a avaliação de desempenho da máquina ou componente está diretamente ligado à sua capacidade de produzir sem sofrer avarias. A ideia básica aqui, e de que quanto mais a máquina trabalhar, mais vai produzir, o que gera mais lucro para a empresa (BATISTA, 2021). O uso de equipamentos mais avançados e tecnológicos dentro da indústria de laticínios tem por objetivo o máximo aproveitamento das horas de trabalho, aumentando a quantidade de matéria processada e diminuindo os custos de operação em relação ao produto (SOUZA; MEIRA, 2018).

Para atender a demanda crescente de inovação e otimização dentro dos critérios produtivos mencionados, é necessário que se atente a alguns pontos estratégicos, como os níveis de desperdício, os gargalos de qualidade e produção, além dos pontos e tapas que impactam no aproveitamento do tempo de produção (de SOUZA; PINTO, 2023).

De modo geral, a indústria alimentícia, em especial os laticínios, precisam executar análises em suas linhas produtivas para identificar os gargalos de produção e qualidade, compreendendo suas necessidades. Dessa forma, a substituição dos maquinários e equipamentos por versões mais modernas, e até mesmo tipos

diferentes, podem sanar as necessidades dos gargalos das linhas produtivas, gerando uma grande influência nos níveis e parâmetros de qualidade e no volume de produção.

A partir disso, tem se tornado cada vez mais comum e crescente a necessidade de atualizações e melhorias dentro das diversas etapas que podem constituir em uma linha de produção (REIS; TAVARES, 2023, SANTOS; SANTOS; JUNIOR, 2019). Com isso, o presente trabalho se justifica pela mudança e favorecimento do cenário produtivo brasileiro, em que as indústrias e processos precisam se adequar aos parâmetros industriais da Revolução Industrial 4.0, onde buscou-se a otimização da produção, o aumento da qualidade do produto e o máximo aproveitamento da matéria prima, além do investimento em tecnologias de produção como forma de desenvolvimento estrutural e da imagem empresarial.

O objetivo principal do estudo foi acompanhar, compreender e relatar as etapas de secagem da proteína do leite por meio da substituição de um atomizador por bicos de aspersão, assim como realizar o comparativo dos níveis de qualidade e produção após a atualização. Tendo como focos específicos a compreensão e descrição do princípio de funcionamento do processo de secagem da proteína do leite, fazendo por meio do comparativo de antes e depois da troca. Além disso, relatamos como aconteceu o processo de atualização do sistema de secagem, destacando as etapas planejadas para o projeto pelo departamento de engenharia, assim como realizamos o comparativo do antes e depois em relação aos níveis de rendimento da produção e de qualidade do produto (proteína seca).

1.1 REVISÃO TEÓRICA

Atualmente o cenário industrial brasileiro tem se mostrado cada vez mais promissor. De acordo com os dados fornecidos pela Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (Unido), o Brasil teve um significativo avanço no desenvolvimento do seu setor industrial, subindo trinta posições no ranque mundial, entre o ano de 2024 e o primeiro trimestre de 2025 (BIAGINI, 2024).

Boa parte desse crescimento se deve aos investimentos realizados pelas empresas na adesão da Industria 4.0 dentro das linhas de produção de suas fábricas, onde os esforços são concentrados no desenvolvimento e implementação de sistemas

mais autônomos, eficientes e rentáveis. De acordo com Carvalho e Carvalho (2022), a Revolução 4.0 consiste no alinhamento do processo produtivo ao cenário tecnológico vivenciado atualmente, passando pela modernização de máquinas, utilização de novas estratégias de produção e a implementação da inteligência computadorizada dentro da execução de tarefas.

Dentro desse conceito, a modernização das linhas de produção, em especial pela atualização dos maquinários e seus componentes, ganha um destaque especial, visto que para muitas empresas a modernização do seu conjunto de máquinas é considerado um ponto de partida para se tornarem competitivas no mercado (NOVO, 2020).

No ramo de laticínios o impacto da Indústria 4.0 e as exigências sobre a atualização de seus sistemas produtivos para garantir maior competitividade não é diferente. A presente revolução industrial desempenha um papel importante no sistema de gerenciamento da cadeia de suprimentos e logística de uma linha produtiva. Essa influência acarreta um impacto importante nos âmbitos de qualidade, custo e volume produzido (BATISTA, 2021). E é justamente esse impacto que torna uma indústria competitiva ou não.

Em suma, a cadeia de suprimentos está intrinsecamente ligada as operações e processos realizados dentro das linhas de produção. As tomadas de decisão e ações executadas sobre uma também promovem mudanças nas demais, podendo ocasionar em alterações que exigem recursos financeiros ou não financeiros (MELO; ALCÂNTARA, 2016).

Ainda de acordo com Melo e Alcântara (2016), mesmo em casos onde os custos de financeiros são significativos, a atualização do maquinário pode ser uma boa opção para maior rendimento na cadeia de suprimentos. Isso se deve a relação de desempenho da máquina com o nível de qualidade do produto e o volume produzido. Versões mais atualizadas e tecnológicas de máquinas, seja elas do mesmo tipo ou apenas com a mesma função, apresentam maior rendimento nas horas trabalhadas, menor desperdício de matéria prima, menos retrabalho e maior capacidade de demanda, o que comprova a ideia de que a inovação e tecnologia é fundamental para o aumento da produtividade (PINTO et al., 2018).

Com base nos autores Morais et al (2020), o conceito de qualidade dentro da Indústria 4.0 passa por diversas transformações. No entanto, o conceito geral ainda continua sendo determinado como os parâmetros e medidas que satisfaçam a demanda solicitada, ou seja, são um conjunto fatores que os clientes impõem sobre o produto de forma a qualificá-lo como satisfatório. Os itens que constituem esse conjunto variam de acordo com o público alvo e com o tipo de produto ofertado (LAURINTINO et al., 2019).

Com relação ao aumento nos níveis de qualidade do produto final, é preciso dizer que as atualizações e substituições de máquina e componentes podem afetar um ou outro fator de qualidade, e não necessariamente todos. Isso se deve ao fato de que uma máquina ou componente possam executar ações que possuem a capacidade de influenciar apenas um dos diversos parâmetros analisados dentro da gestão de qualidade (BIAGINI, 2024). Sendo assim a troca de um equipamento pode ser aplicada como estratégia de solução para um ponto específico, como por exemplo, densidade, aparência final do produto, granulometria, etc.

A densidade, por exemplo, é um fator de grande importância dentro da cadeia de suprimentos como um todo, uma vez que se trata de uma propriedade física do produto que possui o poder de influenciar no desempenho das etapas produtivas de envasamento, transporte, embalagem, pesagem, entre outros (OLIVEIRA et al., 2020). Sendo assim, pode deduzir que o controle de qualidade referente ao fator densidade contribui no cenário da logística, dos custos e do cumprimento da demanda solicitada.

Ainda dentro das análises de qualidade, em especial para as linhas de produção da proteína do leite, pode-se citar a lacto filtração, ou filtração do leite, como outro exemplo de fator qualitativo importante, e diretamente relacionado ao maquinário utilizado no processo. A lacto filtração nada mais é do que um teste de qualidade que busca realizar a filtragem do produto para retirar impurezas ou partes indesejadas, como partículas queimadas ou a lactose (SANTOS et al., 2018).

No quesito de volume da produção, a atualização de maquinário também exerce um forte efeito, pois sabe-se que a avaliação de desempenho da máquina ou componente está diretamente ligado a sua capacidade de produzir sem sofrer avarias. A ideia básica aqui, e de que quanto mais a máquina trabalhar, mais vai produzir, o que gera mais lucro para a empresa (BATISTA, 2021). O uso de equipamentos mais

avançados e tecnológicos dentro da indústria de laticínios tem por objetivo o máximo aproveitamento das horas de trabalho, aumentando a quantidade de matéria processada e diminuindo os custos de operação em relação ao produto (SOUZA; MEIRA, 2018).

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho iniciou-se a partir de um levantamento bibliográfico em bases de dados e ferramentas de buscas virtuais, como o Google Acadêmico, Periódico Capes e SciELO. Dentro dessa etapa foram buscados materiais científicos sobre a temática estabelecida para a pesquisa em questão, dos quais foram selecionados artigos científicos, recortes de notícias de órgãos governamentais e livros acadêmicos.

Com o intuito de compreender o funcionamento do processo de secagem, foram feitos períodos de observações do cotidiano relacionado as etapas do processo de secagem, afim de compreender o funcionamento e importância de cada seção, bem como o impacto e influência das mesmas umas sobre as outras. Esse período de observação foi registrado em forma de relatórios de investigação.

Ainda sobre a descrição das etapas onde ocorrem a remoção da umidade da proteína do leite, também foi realizada uma análise de documentos, como a ficha de produção, o TRS (*Stop Recording Time*) e o POP (Procedimento Operacional Padrão). A ficha de produção é capaz de apresentar os parâmetros de produção, como temperatura de entrada e saída do produto, pressão de trabalho e média de produção em horas trabalhadas. Já o POP (Procedimento Operacional Padrão) fornece a descrição de como o processo produtivo deve ocorrer com base nas normas de segurança e nos parâmetros de produção e qualidade. Com relação ao TRS, é o documento no qual se registra exatamente todas as paradas de produção, tendo elas produção efetiva ou não, além das motivações das paradas.

Com relação a descrição de como se decorreu a atualização do sistema de desumidificação da proteína do leite, diversos recursos foram utilizados. O primeiro deles foi um acordo em comum com o departamento de engenharia da indústria, o qual ficou responsável pelo projeto de renovação do sistema em questão. Ainda sobre a execução do projeto, também foram aplicados períodos de observação das etapas que possibilitaram acompanhamento presencial, entrevistas e reuniões de atualização

com o departamento de engenharia e os executantes das ações planejadas, como por exemplo, visitas técnicas, instalação de maquinário e peças.

Para fazer o comparativo dos níveis de produção, em relação ao antes e depois da troca do atomizador pelos bicos, foi utilizada a análise dos dados fornecidos pela ficha de produção, tabela de produção e TRS (*Stop Recording Time*). A ficha de produção é preenchida ao logo de cada dia, registrando os dados e parâmetros da produção daquele dia, isso inclui a quantidade produzida. Já a planilha de produção armazena os níveis de produção diários para uma análise semanal, quinzenal e mensal. Pode-se dizer que a ficha de produção é um documento mais detalhado, porém com uma análise de um período mais curto. Mas a planilha de produção permite analisar um período mais longo, só que com dados mais restritos. Os dados apurados, tanto na ficha de produção quanto na planilha e no TRS, foram submetidos a média aritmética para formular o percentual de rendimento mensal dos últimos três meses antes da troca do sistema e dos três meses após a execução do projeto.

$$M_s = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$

Onde: M_s é a média aritmética

$x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ são valores de dados, n : número de dados

Sobre o comparativo dos níveis de qualidade da proteína seca, é preciso informar que existem diversos parâmetros qualificadores dentro do setor. Para este estudo, foram considerados apenas dois, sendo a análise de densidade e a lacto filtração, pois são os únicos que sofrem interferência pelo processo de desumidificação.

A análise de densidade é realizada por meio da coleta de 20 gramas do produto final, as quais são colocadas em uma proveta afim de compactar o produto para a leitura do volume. Em seguida é realizado o cálculo para determinar a razão entre peso/volume. Para o procedimento de lacto filtração é realizado uma coleta de vinte e cinco gramas do produto final, armazenada em um frasco com tampa e adicionado 250ml de água destilada a 40°C. Em seguida o frasco é agitado por cerca de um minuto. Então o conteúdo é colocado em um filtro, onde se injeta ar comprimido para separação das partículas e ser coado.

Sendo assim, para analisar a densidade e a lacto filtração foram executados testes dentro do próprio setor, feitos pelo supervisor de qualidade e o supervisor do setor de produção. Entretanto, todo o processo de testagem foi acompanhado e documentado com relatórios para o processamento dos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sobre a densidade do produto final, no sistema de secagem a disco a densidade ficava muito baixa gerando assim paletes com quase 2 metros de altura conforme a figura 1 - B, após a mudança para bicos obteve-se uma densidade maior, gerando assim paletes de 1,6 metros de altura conforme figura 1 - A.

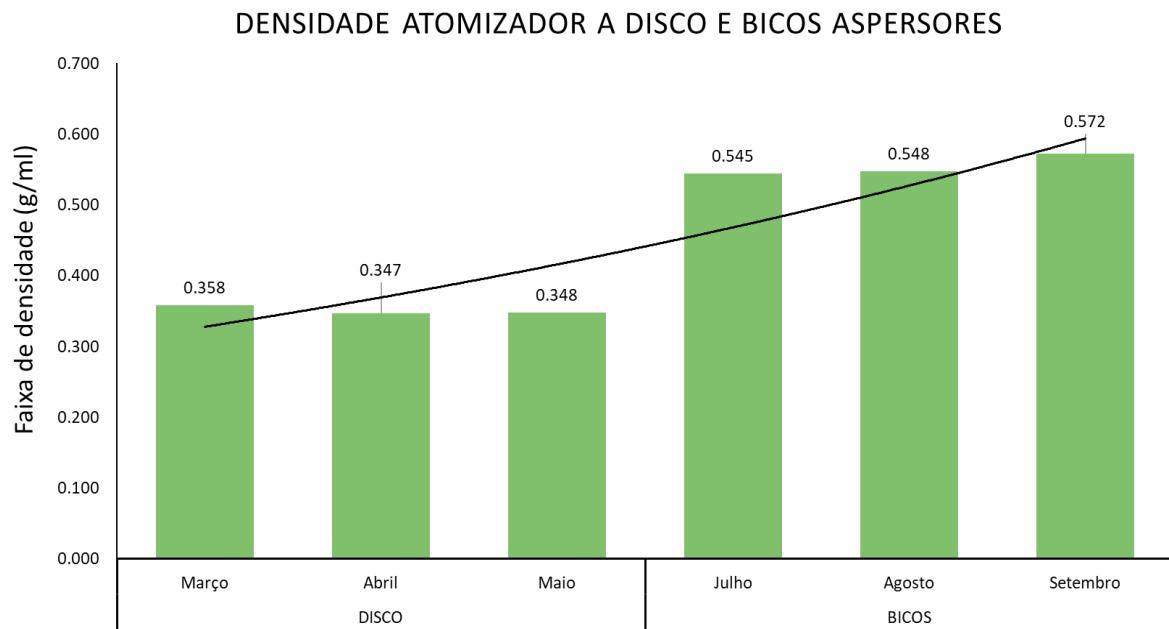
FIGURA 1- Palete de proteína do leite, A-paleta bico, B paleta Disco.



Fonte: Do próprio autor, 2025.

Ainda em relação a análise de densidade, o gráfico 1 mostra que no sistema de secagem por disco, obtinha-se uma média de densidade de 0,351g/ml. Com a mudança para o sistema a bico obteve-se uma melhor padronização no tamanho da partícula, gerando um aumento na densidade para 0,555g/ml. Isso demonstra que a intervenção no processo de secagem teve uma influência positiva, uma vez que é do interesse da indústria conseguir uma boa relação entre volume produzido e volume físico do produto.

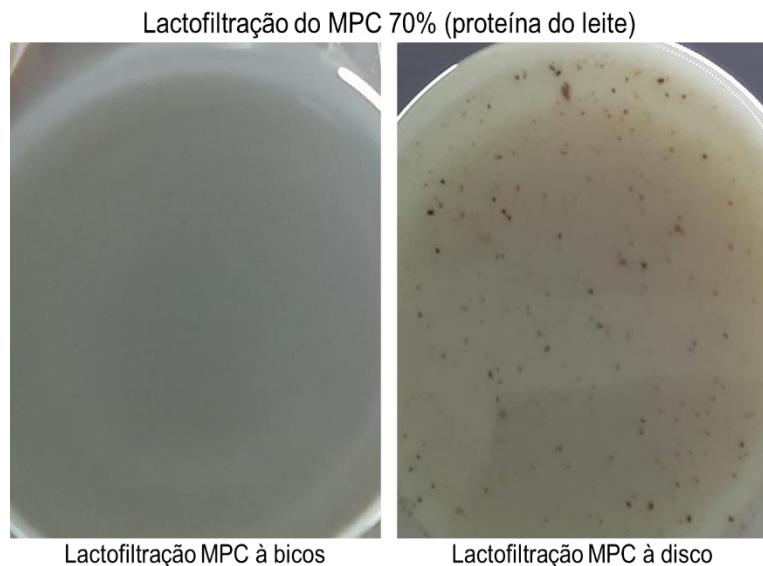
GRÁFICO 1-Densidade com atomizador a disco e com bicos aspersores.



Fonte: Do próprio autor, 2025.

Com relação a análise de pontos pretos obteve-se um resultado positivo sobre a mudança da utilização dos disco para os bicos, conforme podemos observar na figura 2, onde observa-se, no lado direito, várias partículas queimadas no produto diluído. Já a figura do lado esquerdo mostra que após a diluição do produto seco nos bicos aspersores, não se vê nenhuma partícula queimada, garantindo então que o produto final não esteja mais contaminado.

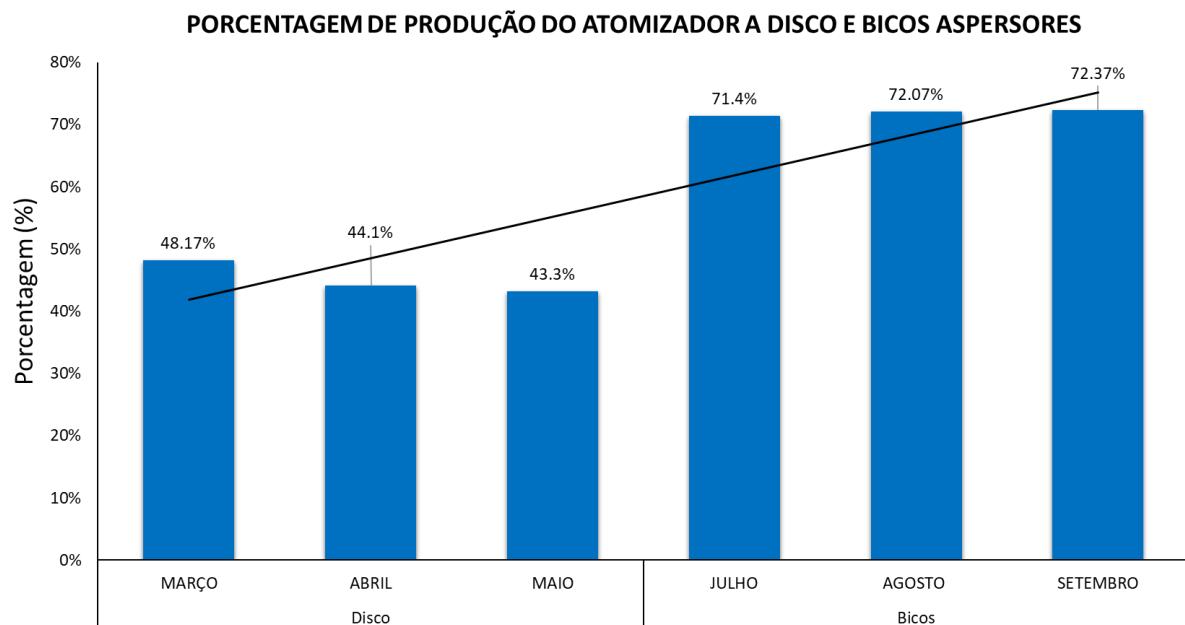
FIGURA 2- Lactofiltração do Mpc 70% (proteína do leite nos bicos e disco).



Fonte: Do próprio autor, 2025.

Dessa forma, o impacto foi significativo, pois antes da troca o quadro geral da qualidade do produto final não se enquadrava na faixa de classificação A e B. A classificação citada possui os níveis A, B e C, que são utilizados. Sendo A e B produtos quem podem ser vendidos para qualquer cliente, já a categoria C como podemos observar na foto a direita tem que ser segregado o produto para vender para cliente específico, com a mudança obteve-se produtos com categoria A, como podemos observar na figura a esquerda, melhorando assim o fluxo de saída de produto. Em relação a análise do tempo de produção podemos observar no gráfico 2, que na secagem do sistema de atomizador a disco a ocupação de linha ou tempo de produção tinha uma média de 45,19%, já no sistema de secagem a bicos esse número subiu para uma média de 71,94%, mostrando assim uma melhora significativa nessa mudança.

GRÁFICO 2-Porcentagem de produção do atomizador a disco e bicos aspersores em horas trabalhadas.



Fonte: Do próprio autor, 2025.

Conforme observado no Gráfico 2, o aumento no tempo de produção gerou impactos positivos significativos na área comercial da empresa. Com a ampliação da capacidade produtiva, foi possível fabricar um maior volume de produtos, mantendo e até elevando os padrões de qualidade. Essa melhoria permitiu atender a uma variedade maior de clientes, sem restrições quanto à especificidade ou exigência dos pedidos.

CONCLUSÃO

A implementação de bicos aspersores no sistema de secagem da proteína do leite demonstrou resultados expressivos tanto na melhoria da qualidade do produto quanto na eficiência produtiva. A substituição do atomizador a disco pelos bicos proporcionou maior padronização das partículas, refletida no aumento da densidade média de 0,351 g/ml para 0,555 g/ml, favorecendo o aproveitamento logístico e reduzindo desperdícios. Além disso, a eliminação de partículas queimadas evidenciada nos testes de lacto filtração elevou a classificação do produto para categoria A, ampliando sua aceitação comercial e garantindo conformidade com padrões de qualidade exigidos pelo mercado.

No aspecto produtivo, a ocupação da linha passou de 45,19% para 71,94%, indicando significativa otimização do processo e maior aproveitamento da capacidade instalada. Esses resultados reforçam a importância da atualização tecnológica como estratégia para atender às demandas da Indústria 4.0, assegurando competitividade, redução de custos e incremento na qualidade.

Conclui-se, portanto, que a adoção de bicos aspersores é uma solução eficaz para indústrias de laticínios que buscam inovação, eficiência e excelência na produção, representando um avanço relevante para o setor. Como consequência, a empresa fortaleceu seus relacionamentos comerciais, conquistando novos clientes e ampliando sua presença no mercado. A qualidade aprimorada dos produtos também contribuiu para a construção de uma imagem mais sólida e confiável, favorecendo a fidelização e a expansão da carteira de clientes.

REFERÊNCIAS

- BATISTA, S.D.. Potencial de uso de tecnologias da indústria 4.0 na cadeia de suprimentos de laticínios: uma proposta de aplicação. **Repositório Institucional da Universidade Tecnologica Federal do Paraná**, Pato Branco, 2021. 1-81.
Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/28068>. Acesso em: Abr 2025.
- CARVALHO, I.P. ; CARVALHO, C.G.. Dos primórdios da Revolução Industrial à Indústria 4.0. **RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar**, Cabo Frio, v. 3, n. 11, p. 1- 11, Nov 2022. ISSN ISSN 2675-6218. Acesso em: Mar 2025.
- FUHR, R.C.. Educação 4.0 e seus impactos no século XXI. In: FUHR, R.C. **Educação 4.0 nos impactos da revolução industrial**. 1^a. ed. Curitiba: Appris, 2019. cap. 4, p. 53-72. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt->

[BR&lr=&id=FK9wEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=a+imagem+da+empresa+na+revolu%C3%A7%C3%A3o+industrial+4.0&ots=7XMVahPDjy&sig=84WbAqOcPDw6quk2mX7VK4KbH8k#v=onepage&q=a%20imagem%20da%20empresa%20na%20revolução%C3%A7%C3%A3o%20ind.](https://www.scielo.br/j/gp/a/zLV3jB9srpFxzBcPL3MzFpN/?lang=pt) Acesso em: Mar 2025.

MELO, D.C. ; ALCÂNTARA, R.L.C.. O que torna a gestão da demanda na cadeia de suprimentos possível? Um estudo multicaso dos fatores críticos de sucesso. **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 23, n. 3, p. 570-587, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/gp/a/zLV3jB9srpFxzBcPL3MzFpN/?lang=pt>. Acesso em: Mai 2025.

OLIVEIRA, L.R. et al. Sazonalidade e rotas de coleta influenciam a ocorrência de leite instável não ácido, a densidade e a cioscopia do leite fornecido a um laticínio no Norte de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, 72, n. 4, 2020. 1522-1534. Disponível em: https://www.scielo.br/j/abmvz/a/mkHKs8szNdkJHSRB4STCPcP/?lang=pt&utm_source=researcher_app&utm_medium=referral&utm_campaign=RESR_MRKT_Researcher_inbound. Acesso em: Mai 2025.

PEREIRA, A.S. et al. A Revolução da Indústria 4.0: Transformando desafios em oportunidades. **Prociências**, Pelotas, v. 6, n. 2, p. 1-2, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/prociencias/article/view/25942>. Acesso em: Mar 2025.

REIS, M.F. do; TAVARES, C.M.C.. Melhoria de processo de produção: um estudo de caso na indústria alimentícia. **XI SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, Campina Grande, 1, n. 11, 2023. 1-13. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/riufcg/33030/MELHORIA%20DE%20PROCESSOS%20DE%20PRODU%C3%87%C3%83O%20-%20UM%20ESTUDO%20DE%20CASO%20NA%20IND%C3%99ASTRIA%20ALIMENT%C3%8DCIA%20-%20ANAIS%20XI%20SIMEP%20ARTIGO%202023.pdf?sequence=1&isAll>. Acesso em: Abr 2025.

SANTOS, I.L. ; SANTOS, R.C. ; JUNIOR, D. S.S. Análise da Indústria 4.0 como Elemento Rompedor na Administração de Produção. **Future Studies Research Journal**, São Paulo, 11, n. 1, 2019. 48-64. Disponível em: <https://www.futurejournal.org/FSRJ/article/view/381>. Acesso em: Mar 2025.

SANTOS, V.M. dos et al. Soro do leite com hidrólise da lactose: desafios na secagem. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Toste**, Juiz de Fora, v. 73, n. 2, p. 102-111, 2018. Disponível em: <https://rilct.emnuvens.com.br/rilct/article/view/664>. Acesso em: Mai 2025.

SOUZA, A.B. de; MEIRA, J.C.. A modernização do campo de Goiás: as mudanças da produção de leite e o laticínios Bela Vista. **Anais do Simpósio Interdisciplinar Ambiente e Sociedade (SIAS)**, Morrinhos, 2, n. 1, 2018. 118-122. Disponível em: <https://www.anais.ueg.br/index.php/sias/article/view/14103>. Acesso em: Mai 2025.

SOUZA, C.E. ; PINTO, J.S.. Utilização da manufatura de classe mundial e manufatura enxuta em um processo de fabricação industrial de cortes à laser. **Prospectus**, Itapira, v. 5, n. 1, p. 210-287, 2023. Disponível em:

<https://www.prospectus.fatecitapira.edu.br/index.php/pst/article/view/135>. Acesso em: Mar 2025.

APÊNDICE(OPCIONAL)

APÊNDICE A – Título do apêndice

ANEXO(OPCIONAL)

ANEXO A – Título do anexo