

Projeto de desenvolvimento de bebidas lácteas com soro do leite: um método com uma nova abordagem de PCP

Beverages development project with whey: a method with a new PCP approach

Luane Alcântara Nunes¹ - Universidade Federal da Bahia - Dep. de Engenharia Industrial
Juliano Zaffalon Gerber² - Universidade Estadual de Santa Cruz - Dep. de Ciências Exatas e Tecnológicas
Flávio Pietrobon Costa³ - Universidade Estadual de Santa Cruz - Dep. de Ciências Exatas e Tecnológicas
Ricardo de Araújo Kalid⁴ - Universidade Federal do Sul da Bahia - Dep. de Engenharia Industrial
Cássio Lindemberg Santana Teixeira⁵ - Universidade Estadual de Santa Cruz - Dep. de Ciências Exatas e Tecnológicas
Carolina Novais Tanajura⁶ - Universidade Estadual de Santa Cruz - Dep. de Ciências Exatas e Tecnológicas

RESUMO O objetivo deste artigo é planejar a produção de bebidas lácteas a partir do soro do leite disponível na Região Litoral Sul da Bahia, por meio de um método estruturado que incorpora uma nova abordagem de Planejamento e Controle da Produção - PCP, ao considerar técnicas de previsão de demanda e simulação computacional. Foi possível definir o público alvo para distribuição das bebidas lácteas, além de todo o escopo para a produção do produto, com a determinação dos parâmetros do modelo, fluxograma do processo, equipamentos, pessoal necessário, estratégias de produção, balanceamento e validação de um cenário ótimo de produção. Este artigo funciona, portanto, como uma proposta de dimensionamento da etapa de produção dentro da cadeia de suprimentos de valorização do soro do leite, além de favorecer, quando as soluções propostas forem implantadas, na geração de emprego e renda e na redução da poluição ocasionada pelo mau aproveitamento deste coproduto pelos produtores de queijo.

Palavras-chave: Meio ambiente. Produção. Soro do leite. Bebidas lácteas.

ABSTRACT *The purpose of this article is to plan the production of beverages from whey available in the region Southern Coast of Bahia, through a structured method that incorporates a new approach to Planning and Production Control - PPC when considering forecasting demand techniques and computer simulation. It was possible to define the target audience for the distribution of beverages, as well as the entire scope for the production of the product, with the determination of the model parameters, process flow diagram, equipment, necessary staff, production strategies, balancing and validation of a great scenario for production. This article serves, therefore, as a sizing production proposal stage within the chain of whey recovery supplies and has positive results, when the proposed solutions are deployed, in the generation of employment and income and the reduction of pollution caused by the poor performance of this co-product by producers of cheese.*

Keywords: Environment. Production. Whey. Beverages.

1. Rodovia Ilhéus, Olivença, Km 2, Bairro São Francisco, Ilhéus-BA, 45659228, luane_alcantara@hotmail.com; 2. juliano_zg@hotmail.com; 3. pietrobon_costa@yahoo.com.br; 4. ricardo.kalid@gmail.com; 5. cassiovas@gmail.com; 6. caroltanajura@outlook.com

NUNES, L. A.; GERBER, J. Z.; COSTA, F. P.; KALID, R. A.; TEIXEIRA, C. L. S.; TANAJURA, C. N. Projeto de desenvolvimento de bebidas lácteas com soro do leite: um método com uma nova abordagem de PCP. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, Ano 13, nº 2, abr-jun/2018, p. 44-68.

DOI: 10.15675/gepros.v13i2.1842

1. INTRODUÇÃO

Projetos de desenvolvimento de novos produtos são importantes para as empresas que objetivam aumentar sua participação no mercado, obter o aproveitamento eficaz de suas matérias primas e o respeito ao meio ambiente. Um escopo bem definido dos produtos é uma das razões de sucesso das organizações e um limitador das possíveis falhas que podem ocorrer durante o processo de produção (MANFIO; LACERDA, 2016).

As pequenas e médias empresas de laticínios convivem com a problemática de ausência de planejamento no desenvolvimento de seus produtos (NUNES, 2016). Um exemplo disso é que cerca de 40% do soro do leite produzido no Brasil é descartado de forma inadequada (MARQUARDT et al., 2012) e apenas 15% das empresas de laticínio no país realizam o aproveitamento total de suas matérias primas para a elaboração de novos produtos (BIEGER; LIMA, 2008; WISSMANN et al., 2013).

O soro do leite caracteriza-se como um coproduto das indústrias de laticínios que produzem queijo e, apesar de ser um líquido com potencial nutritivo e com possibilidades de utilização, apresenta um impacto nocivo ao meio ambiente quando descartado de forma inadequada (ALVES, 2014; DEBOWSKI, 2014; GONTHIER; 2013), o que enfatiza a necessidade de adaptação ambiental dessas empresas à nova realidade, seja mercadológica ou mesmo legal (BRASIL, 2010).

Assim sendo, pesquisas sobre novas formas de aproveitamento do soro do leite emergem em diversos locais do mundo (LIN et al., 2014; RAD; LEWIS, 2014; CARVALHO et al., 2013) e muitas apontam que a bebida láctea é uma forma prática e menos custosa para o aproveitamento do soro do leite em larga escala (BOSI et al., 2013; MADERI, 2014; NUNES, 2016; MARCHI et al., 2012).

No que se refere ao Litoral Sul da Bahia, ambiente de aplicação deste estudo, Nunes (2016) aponta que são produzidos em média 23 mil litros de soro do leite por dia pelas empresas da região e que desse montante, apenas 13% é destinado para a elaboração de um produto, a ricota.

Nesse contexto, o objetivo deste artigo é planejar a produção de bebidas lácteas para o soro do leite disponível na Região Litoral Sul da Bahia, por meio de um método estruturado que dimensione o escopo de produção e desenvolvimento deste produto para um determinado público-alvo.

Com o método aplicado foi obtido um projeto de desenvolvimento de bebidas lácteas, a partir do Planejamento e Controle da Produção (PCP), que associa técnicas de previsão de demanda e de simulação computacional.

O método de PCP de bebidas lácteas, empregado neste artigo, consiste em uma proposta à etapa do dimensionamento da produção, presente no planejamento da cadeia de suprimentos para o aproveitamento do soro recomendado por Nunes et al. (2014), que é composto também pelas etapas de logística de suprimentos e distribuição, de forma a contribuir com parâmetros objetivos que ao serem associados às demais fases podem viabilizar a geração de emprego e renda, a diminuição dos desperdícios e, conseqüentemente, a poluição nas regiões produtoras de queijo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Relação entre o desenvolvimento de novos produtos e o PCP

Com o crescimento da demanda por inovação e alta *performance*, as atividades de níveis operacionais estão sendo submetidas à projetos de execução e planejamento, área cada vez mais em evidência nas empresas (MANFIO; LACERDA, 2016).

O PCP incorpora o processo de planejar e controlar vários aspectos da produção de um produto com o objetivo de definir as necessidades da empresa em relação aos materiais, pessoal, equipamentos, ferramentas e demais recursos, trata-se, portanto, de uma ferramenta de auxílio na tomada de decisões que assegura a previsão dos insumos necessários a execução das atividades no tempo, qualidade e quantidade especificados (FERNANDES; GODINHO, 2010; GUERRINI et al., 2013; TUBINO, 2009).

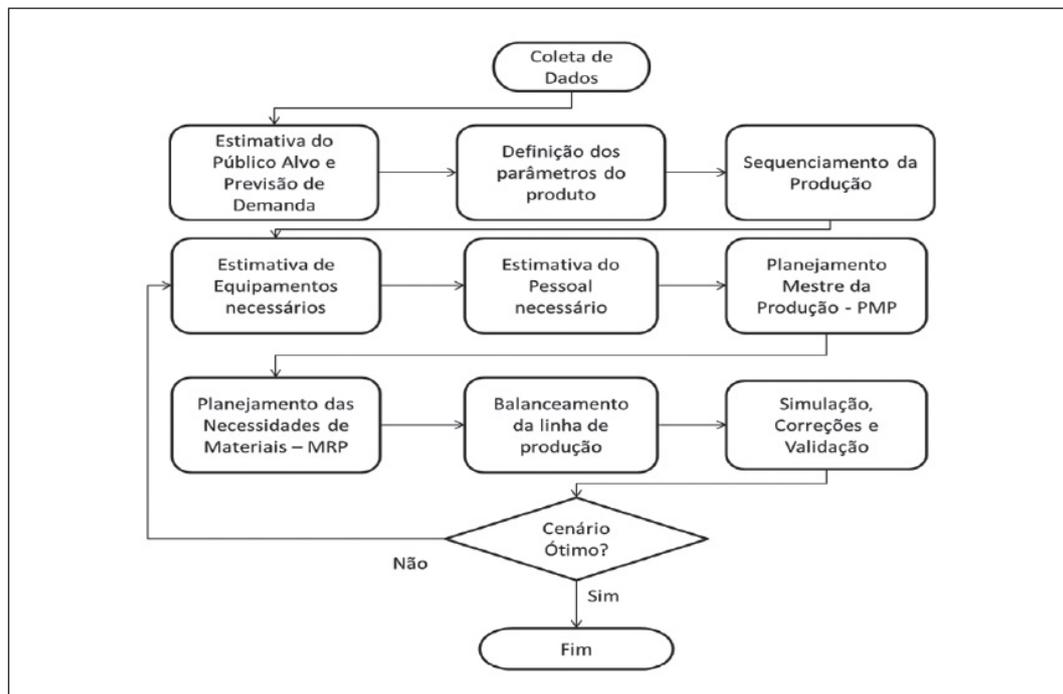
Para gerenciar um projeto de desenvolvimento de produtos de forma eficaz é necessário observar as necessidades dos consumidores. O conhecimento do público alvo e, portanto, da demanda é essencial para o sucesso de vendas de um produto (FERREIRA et al., 2011). A aplicação de técnicas de previsão de demanda para definição da produção de uma empresa faz parte das ferramentas de PCP (RITZMAN; KRAJEWSKI, 2008; FAVARETTO, 2012) e está em comum acordo com as técnicas de gerenciamento de projetos de novos produtos (FERREIRA et al., 2011; OGAWA et al., 2009).

Nesse sentido, os métodos de projeto de desenvolvimento de novos produtos possuem papel fundamental na gestão estratégica das empresas e possui total relação com a execução do PCP, funcionando como instrumentos chave na execução das mudanças que permitem vantagens competitivas (MANFIO; LACERDA, 2016; SLACK et al., 2009; CORRÊA; CORRÊA, 2007).

3. MÉTODO DA PESQUISA

Esta pesquisa foi desenvolvida com o propósito de planejar o sistema produtivo de novos produtos a partir do soro do leite utilizando uma nova abordagem de PCP, que incorpora técnicas de previsão e o uso de simulador computacional como forma de testar e validar o planejamento. O método aqui proposto é uma adaptação dos estudos de Santana et al., (2014); Fernandes e Godinho (2010) e Tubino (2009), e consiste nas seguintes etapas: (1) Coleta de dados; (2) Estimativa do público alvo e previsão de demanda; (3) Definição dos parâmetros do produto; (4) Sequenciamento da produção; (5) Estimativa de equipamentos necessários; (6) Estimativa do pessoal necessário; (7) Planejamento Mestre da Produção - PMP; (8) Planejamento das necessidades de materiais - MRP; (9) Balanceamento da linha de produção; (10) Simulação, correções e validação. A Figura 1 demonstra a sequência do método proposto, em seguida são apresentados os detalhes de cada etapa.

Figura 1 – Método proposto para o planejamento e controle da produção de novos produtos.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A primeira etapa do método consiste na coleta de dados para determinar a segunda etapa, estimativa do público alvo e previsão de demanda, que utilizou como base os estudos de Miranda et al. (2011) e Souza et al. (2015). Esses estudos preconizam uma abordagem mais ampla ao se lidar com as previsões de um método que além de obter informações mais detalhadas do ambiente organizacional, utilizam a combinação de técnicas qualitativas e quantitativas para se obter a demanda futura.

Neste caso, com os objetivos definidos, os dados coletados e tratados, foi desenvolvida uma correlação matemática e elaborada uma previsão de demanda diária do público alvo por bebidas lácteas, etapa fundamental para o planejamento da produção.

A definição dos parâmetros do produto, terceira etapa do método, foi estipulada segundo as necessidades da demanda prevista, e prevê a composição da bebida láctea, embalagem e forma de armazenamento.

A quarta, quinta e sexta etapas, definição do Sequenciamento da Produção e Estimativas de Equipamentos e Pessoal, foram desenvolvidas por meio de *benchmarkings* dos sistemas de produção de pequenas e médias empresas e observações das normas higiênico-sanitárias de produtos lácteos, sempre com a demanda futura como meta principal.

Em seguida, na sétima, oitava e nona etapas, foram aplicadas as ferramentas Plano Mestre da Produção, Planejamento das Necessidades dos Materiais e Balanceamento, que consistem em dimensionamentos para o atendimento da previsão da produção e de suas necessidades ao satisfazer a demanda. O Plano Mestre tratou das definições para a produção mensal da bebida láctea com determinação do estoque de segurança e da capacidade produtiva para atender a demanda; o Planejamento das Necessidades dos Materiais definiu todas as necessidades do sistema para cumprir o estipulado no Plano Mestre e o Balanceamento realizou a determinação dos tempos de movimento e de operação para estipular a eficiência do sistema produtivo.

Por fim, a última etapa, Simulação, Correções e Validação, foi efetuada com o auxílio do software de simulação computacional Promodel, onde foi modelado o sistema de produção planejado e, a partir dos resultados da simulação do primeiro modelo, foram feitas correções das falhas apresentadas ou das atividades de baixa eficiência até se obter um cenário ótimo que seja válido para operação do sistema produtivo de bebidas lácteas.

4. RESULTADOS

Neste tópico são apresentados os resultados e discussões de cada etapa do método aplicado.

4.1. Estimativa do público alvo e previsão de demanda

Para definir o produto e o público-alvo, foram considerados os resultados do estudo de Marchi et al. (2012), que apontou dados satisfatórios sobre a produção e aceitação de uma bebida láctea achocolatada com soro. Segundo o autor o produto obteve 99% de avaliações positivas quando distribuído para estudantes do ensino público infantil da região do Sudoeste do Paraná, onde foi efetuada a pesquisa. O público alvo adotado neste estudo também está relacionado aos alunos matriculados na rede pública infantil, só que da Região Litoral Sul da Bahia.

A previsão foi realizada pelas Equações 1, 2 e 3, características do método de Holt (VERÍSSIMO et al., 2013), também chamado de método de suavização dupla.

$$B_t = \alpha \cdot D_t + (1 - \alpha) \cdot (B_{t-1} + T_{t-1}) \quad (1)$$

$$T_t = \beta(B_t - B_{t-1}) + (1 - \beta) \cdot T_{t-1} \quad (2)$$

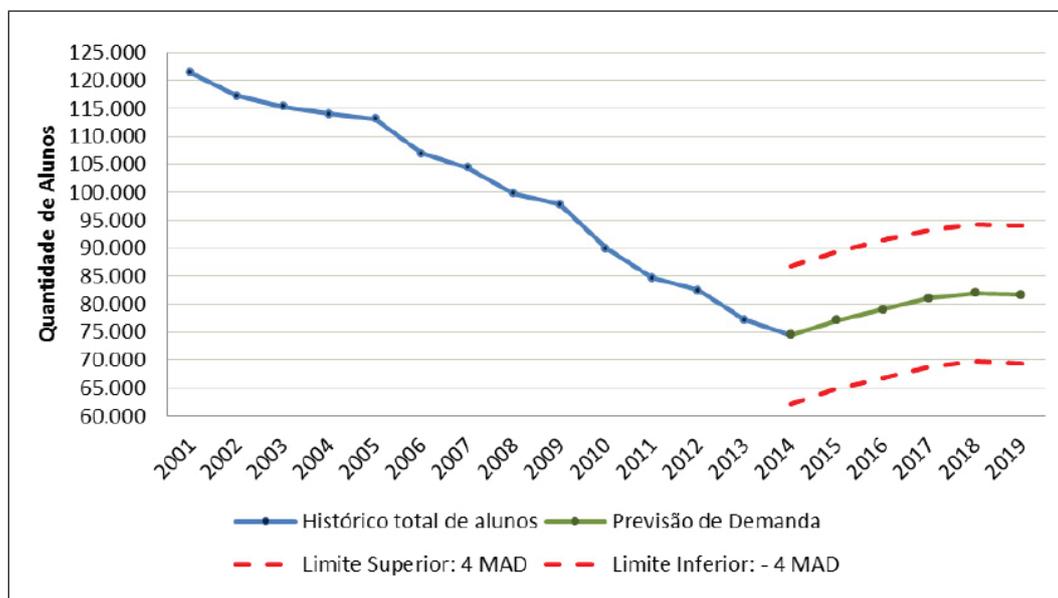
$$F_t(t+k) = B_t + kT_t \quad (3)$$

No qual:

D_t = demanda do instante t ; B_t = histórico ao final do instante t ; T_t = tendência ao final do instante t ; $F_t(u)$ = previsão ao final do instante t para o instante u ($u > t$); $0 < \alpha$; $\beta < 1$.

Para obter a previsão de demanda diária desse produto na região, foi adotado o estudo de Souza et al. (2015), que desenvolveu um método híbrido de previsão de demanda, que correlacionou dados quantitativos aos dados qualitativos para estipular a demanda dos alunos matriculados na rede pública infantil da Região Litoral Sul da Bahia, por merenda escolar (Figura 2).

Figura 2 – Previsão de demanda de alunos por merenda escolar.



Legenda: 4 MAD – múltiplo do desvio médio absoluto, conhecido como *Mean Absolute Deviation*.
 Fonte: Souza et al. (2015).

Sendo assim, considerando a previsão de alunos de Souza et al. (2015), podemos determinar que cada aluno pode consumir um produto de 400 ml de bebida láctea com 70% de soro (0,28 L) em um ano letivo com o mínimo de 200 dias (Lei N° 12.796/2013).

Realizando uma correlação matemática, temos que a taxa de consumo diário de soro, por aluno, será de 0,28 L e que o consumo por 200 dias, corresponde a 56 L de soro de leite por ano, por aluno. Logo, temos que a previsão do volume de soro (D_v) é dada pela Equação 1:

$$D_v = D_p * 56L \quad (1)$$

Onde:

D_p = Previsão de Alunos

Logo, os resultados das previsões desenvolvidas por meio dessa equação e da correlação da distribuição dos produtos aos alunos, podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1 - Projeção da demanda do consumo do soro de leite para nutrição escolar.

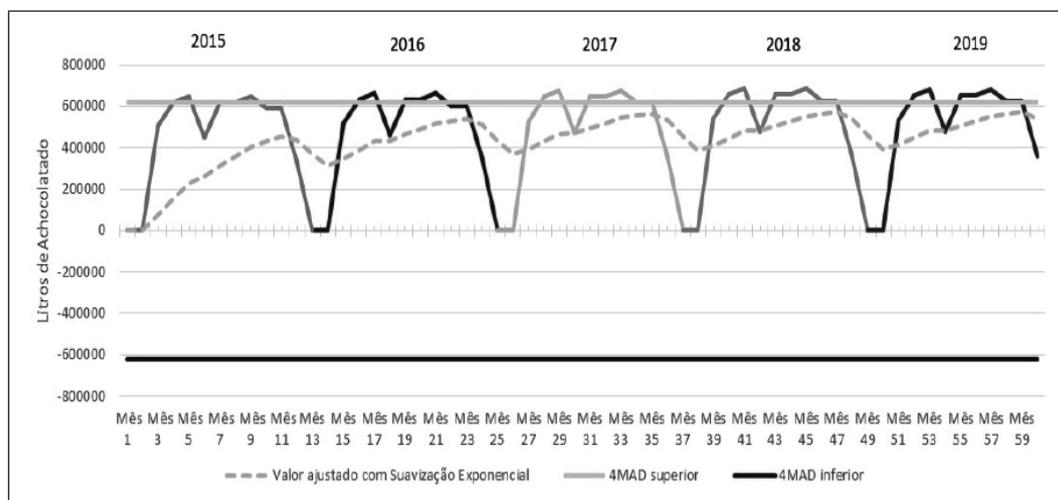
Ano	Previsão de Alunos por merenda (D_p)	Previsão de consumo do Soro (D_v) (L/Ano)
2015	77 125	4 319 016,16
2016	79 085	4 428 752,28
2017	81 053	4 538 962,96
2018	82 028	4 593 580,04
2019	81 692	4 574 770,48

Fonte: Adaptada de Souza et al. (2015).

A próxima etapa consiste em estipular a demanda mensal desse público-alvo para dimensionar o plano de produção, bem como a necessidade de matéria prima utilizando a fórmula de regressão linear simples (BUSSAB; MORETTIN, 2010). Para tanto, foi utilizado o Calendário Escolar Estadual, determinado pelo diário oficial, que fornece o número de dias letivos existentes em cada mês do ano (SE, 2015) e em seguida foram aplicadas as técnicas de previsão por tendência e séries temporais (MIRANDA et al., 2011; TUBINO, 2009).

Logo, a projeção gráfica da estimativa da demanda mensal de bebidas lácteas nos períodos de 2015 a 2019 pode ser visualizada na Figura 3.

Figura 3 - Gráfico da Demanda Escolar Mensal de 2015 até 2019.



Legenda: 4 MAD – múltiplo do desvio médio absoluto, conhecido como Mean Absolute Deviation.
 Fonte: Elaborado pelos autores.

A linha pontilhada do Gráfico da Demanda Escolar Mensal indica a Previsão de Demanda ajustada com uma suavização exponencial onde a constante escolhida foi $\alpha = 0,15$, o que significa que foi considerado um peso para as incertezas nos primeiros períodos.

4.2. Definição dos parâmetros do produto

Considerando a composição da bebida láctea de Marchi et al. (2012), o Quadro 1 resume a porcentagem de cada ingrediente do produto adotado neste estudo.

Quadro 1 - Porcentagem dos insumos utilizados para se obter Bebida Láctea.

Ingredientes	(%)
Soro de leite	70
Leite	20
Açúcar	8,7
Cacau	1
Estabilizante	0,2
Citrato de sódio	0,05
Aroma	0,07
Total	100

Fonte: Adaptado de Marchi et al. (2012).

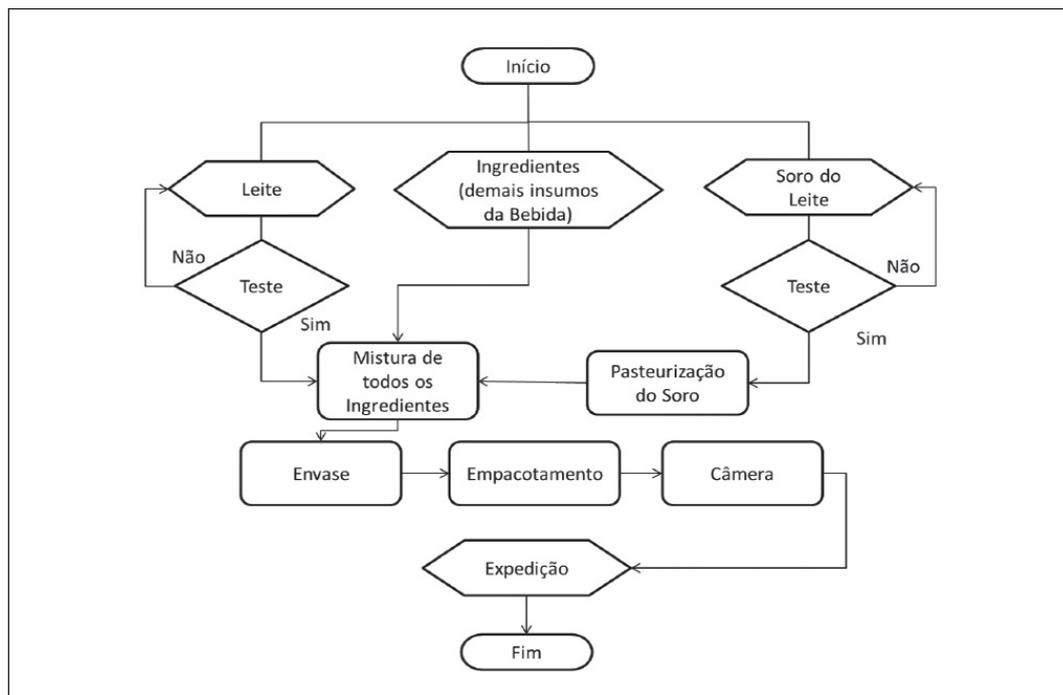
Quanto a embalagem, o produto pode ser envasado em embalagens cartonadas de (200, 400 ou 1 000) mL. A armazenagem deve ocorrer em câmaras frigoríficas, com temperatura a 4°C até o momento da expedição.

4.3. Sequenciamento da produção

O sequenciamento da produção deve ser feito de forma minuciosa para proporcionar uma revisão das atividades da empresa para o futuro (SAURIN, 2008).

Foram identificadas as atividades necessárias para a execução do processo produtivo da bebida láctea em um único centro produtivo, utilizando em um primeiro momento, como principal critério, a capacidade máxima de produção de 30.000 litros de bebidas lácteas por dia, visando suprir a oferta de cerca de 23.000 litros de soro diários da Região Litoral Sul da Bahia. O tipo de soro considerado neste dimensionamento foi o soro do leite de vaca, visto que equivale a 93% da oferta da Região (NUNES, 2016). A Figura 4 demonstra o processo produtivo de fabricação de bebidas lácteas planejado.

Figura 4 - Fluxograma do processo produtivo da Bebida Láctea.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Segundo Tubino (2009), sistemas produtivos em massa com baixa variedade de produtos e alto volume de produção, como o estudo em questão, não necessitam de preocupação com o detalhamento de ordens de produção de componentes para cada posto de trabalho. Portanto, aborda-se aqui como sequenciamento, a ordem das atividades envolvidas na obtenção do produto acabado.

No Quadro 2, é apresentado o sequenciamento da produção, com os departamentos, suas tarefas, equipamentos e funções.

Quadro 2 - Sequenciamento da produção

Fonte: Elaborado pelos autores.

4.4. Estimativa de equipamentos necessários

Para minimizar as falhas de produção, ou seja, quando a capacidade dos equipamentos não supre as necessidades ou excede a demanda esperada, é preciso atentar-se à estimativa calculada dos equipamentos da produção (CORREA et al., 2015). As máquinas e os equipamentos necessários para realizar o processo produtivo da bebida láctea são apresentados no Quadro 3.

Quadro 3 - Estimativa dos equipamentos para fabricação da Bebida Láctea.

Item	Figura	Nome	Capacidade Prod. / Armaz.	Necessidade Prod. / Armaz	Quantidade
1.		Silos	25 mil L	23 ml L/dia	1
2.		Tanques Verticais	7 mil L	4,6 mil L/dia	1
3.		Pasteurizador	5 mil L/h	28 mil L	1

4.		Misturador/ Resfriador	5 mil L/h	28 mil L/dia	1
5.		Máquina automática para envase	5 mil L/h	28 mil L/ dia	1
6.		Tubulação em aço inox	– *	–	–
7.		Câmara Fria	Estocagem de 30 mil L/dia	–	1

*sem dados

Fonte: Elaborado pelos autores.

4.5. Estimativa de mão de obra

Segundo Pantuza (2016) a estimativa de mão de obra está relacionada com o problema de sequenciamento e alocação de trabalhadores, que consiste em definir as tarefas aos trabalhadores segundo a sequência de execução das atividades nos departamentos. Sendo assim, o cálculo da capacidade da mão de obra foi realizado por meio de estimativas de acordo com as atividades a serem executadas em cada um dos departamentos da fábrica. A quantidade de mão de obra necessária para cada departamento é apresentada no Quadro 4.

Quadro 4 - Estimativa de pessoal necessário.

Departamento	Pessoal necessário
Produção	1
Empacotamento	1
Expedição	1
Higienização	1
Total	4

Fonte: Elaborado pelos autores.

4.6. Planejamento mestre da produção – PMP

Segundo Fernandes e Costa (2016) o PMP tem por objetivo estabelecer quais produtos finais serão fabricados em um determinado período de tempo e em que quantidades para atender a demanda.

Para elaborar um PMP que atenda a demanda torna-se necessário realizar três estratégias: a primeira para a produção principal, que consiste no atendimento total da demanda com previsão de um estoque de segurança; a segunda para os meses de janeiro e fevereiro, onde ocorre o recesso do período letivo; e a terceira para o mês de junho, onde contém um curto período de férias, e que, para atender as características do período letivo, terá um estoque reduzido, evitando assim um aumento significativo do estoque dos meses subsequentes.

A partir da previsão de demanda obtida na primeira etapa e da quantidade de dias letivos por mês, apresenta-se necessário um período de produção de cinco dias da semana para atender a demanda. A estratégia baseia-se em uma produção que acompanha o comportamento da demanda não permitindo faltas (PIVA et al., 2015). A capacidade máxima de produção por dia é de aproximadamente 75 mil unidades de bebidas lácteas de 400 mL, ou seja, uma produção de 30 mil L, respeitando assim a demanda da região e a oferta de soro disponível.

As estratégias para os meses de janeiro e fevereiro é utilizar o mês de janeiro para realizar a manutenção dos equipamentos e oferecer férias aos colaboradores.

No mês de fevereiro, assim como em junho, períodos de férias escolar, a produção funcionará na sua capacidade mínima e gerando um estoque programado, que serão utilizadas e reduzidos nos demais períodos do ano letivo.

Apresentadas as estratégias de produção, a Figura 5 demonstra o PMP desenvolvido para a produção de bebida láctea nos anos de 2016 a 2019.

Figura 5 - Registro do PMP de 2016 a 2019.

Produto: Bebida Láctea												
Período												
Plano Mestre de Produção	2016											
	1º Semestre					2º Semestre						
	M.1	M.2	M.3	M.4	M.5	M.6	M.7	M.8	M.9	M.10	M.11	M.12
Capacidade Produtiva (unid/400mL)	1400000	1400000	1400000	1400000	1400000	1400000	1400000	1400000	1400000	1400000	1400000	1400000
Demanda Prevista (unid/400mL)	372129	316310	346588	389597	430472	434990	464738	490024	515835	529139	540446	511196
PMP (unid/400mL)	0	346588	389597	430472	427160	472638	490024	515835	529139	648536	637972	569217
Estoque Planejado (unid/400mL)	326656	10346	10346	10346	10346	2516	10417	10417	10417	10417	118506	245283
Plano Mestre de Produção	2017											
	1º Semestre					2º Semestre						
	M.1	M.2	M.3	M.4	M.5	M.6	M.7	M.8	M.9	M.10	M.11	M.12
Capacidade Produtiva (unid/400mL)	1400000	1400000	1400000	1400000	1400000	1400000	1400000	1400000	1400000	1400000	1400000	1400000
Demanda Prevista (unid/400mL)	434517	369339	393597	431918	468917	469387	496340	519250	543148	554611	564355	532808
PMP (unid/400mL)	0	393597	431918	468917	460938	504778	519250	543148	554611	671582	674534	588752
Estoque Planejado (unid/400mL)	379983	10644	10644	10644	10644	2195	10632	10632	10632	10632	117860	259587
Plano Mestre de Produção	2018											
	1º Semestre					2º Semestre						
	M.1	M.2	M.3	M.4	M.5	M.6	M.7	M.8	M.9	M.10	M.11	M.12
Capacidade Produtiva (unid/400mL)	1400000	1400000	1400000	1400000	1400000	1400000	1400000	1400000	1400000	1400000	1400000	1400000
Demanda Prevista (unid/400mL)	452886	384953	407828	445186	481419	480866	507268	529710	553265	564329	573733	541418
PMP (unid/400mL)	0	407828	445186	481419	472787	515385	529710	553265	564329	682742	685435	598267
Estoque Planejado (unid/400mL)	395453	10499	10499	10499	10499	2421	10537	10537	10537	10537	119546	263563
Plano Mestre de Produção	2019											
	1º Semestre					2º Semestre						
	M.1	M.2	M.3	M.4	M.5	M.6	M.7	M.8	M.9	M.10	M.11	M.12
Capacidade Produtiva (unid/400mL)	1400000	1400000	1400000	1400000	1400000	1400000	1400000	1400000	1400000	1400000	1400000	1400000
Demanda Prevista (unid/400mL)	460205	391174	412785	448996	484236	482967	508651	530482	553499	564143	573190	540736
PMP (unid/400mL)	0	412785	448996	484236	474853	516789	530482	553499	564143	682096	684572	0
Estoque Planejado (unid/400mL)	401625	10450	10450	10450	10450	2337	10475	10475	10475	10475	119381	263217

Fonte: Elaborado pelos autores.

Com o Plano Mestre de Produção elaborado, o próximo passo é estimar a quantidade de material necessário para atender esta produção.

4.7. Planejamento dos materiais – MRP

Para criar um Planejamento da Necessidade dos Materiais (MRP) foi estipulado o *lead-time*, ou seja, um tempo de chegada dos itens necessários para a produção da bebida láctea ao estoque, de modo que possibilite o controle da necessidade das matérias-primas soro do leite, leite, cacau em pó, açúcar e aditivos do produto em processo. Foi necessário levar em consideração os seguintes tópicos:

- O *lead-time* do Leite e do Soro do Leite = 24 h;
- O *lead-time* do Açúcar, Cacau, Estabilizante, Citrato de Sódio, Aroma = 1 Semana;
- A densidade do Açúcar = 1,6 g/m³;
- A densidade do Cacau em Pó = 0,51 g/m³;
- O PMP do ano de 2016;
- As necessidades nulas no mês de Janeiro, devido às férias e período de manutenção.

A Figura 6 demonstra os resultados obtidos da projeção média das necessidades brutas dos insumos da Bebida Láctea por mês para o ano de 2016.

Figura 6 - Necessidades Brutas dos insumos no ano de 2016.

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
PMP - 2016 (unid/Mês)	0	346588	389597	430472	427160	472638	490024	515835	529139	648536	637972	569217
PMP - 2016 (unid/Semana)	0	34659	38960	43047	42716	47264	49002	51584	52914	64854	63797	56922
PMP- 2016 (unid/dia)	0	6932	7792	8609	8543	9453	9800	10317	10583	12971	12759	11384

Dias = Lead time		Necessidades Brutas											
Ingrediente	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	
Litros Soro do Leite - 70%	0	242612	272718	301330	299012	330847	343017	361085	370397	453975	446580	398452	
Leite - 20%	0	69318	77919	86094	85432	94528	98005	103167	105828	129707	127594	113843	

Semana = Lead Time		Necessidades Brutas											
Ingrediente	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	
Litros Estabilizantes - 0,2%	0	69	78	86	85	95	98	103	106	130	128	114	
Citrato de Sódio - 0,05%	0	17	19	22	21	24	25	26	26	32	32	28	
Aroma - 0,07%	0	24	27	30	30	33	34	36	37	45	45	40	

Ingrediente		Necessidades Brutas											
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	
Kg Açúcar - 8,7%	0	3015	3389	3745	3716	4112	4263	4488	4604	5642	5550	4952	
Cacau-1%	0	35	39	43	43	47	49	52	53	65	64	57	

Fonte: Elaborado pelos autores.

A Figura 7 apresenta o MRP do mês de março do ano de 2016, que servindo como exemplo da estrutura utilizada e estimativa para os próximos meses.

Figura 7 - MRP do mês de março de 2016.

Estratégia para o mês de Março (2016)																																
Item: Soro do Leite	Qs = 6817,9475										Lead-Time = 1 dia																					
Unid. de Medida: Litros	S.5					S.6					S.7				S.8																	
Periodo	d.20	d.21	d.22	d.23	d.24	d.25	d.26	d.27	d.28	d.29	d.30	d.31	d.32	d.33	d.34	d.35	d.36	d.37	d.38	d.39	d.40											
Necessidades Brutas	242612	272718	272718	272718	272718	272718	272718	272718	272718	272718	272718	272718	272718	272718	272718	272718	272718	272718	272718	272718	272718											
Receb. Programado	242612	273471	272718	272718	272718	272718	272718	272718	272718	272718	272718	272718	272718	272718	272718	272718	272718	272718	272718	272718	272718											
Estoque Projetado	6065,29	6817,95	6817,9	6817,9	6817,9	6817,9	6817,9	6817,95	6817,947	6817,95	6817,9	6817,95	6817,9	6817,95	6817,9	6817,9	6817,95	6817,95	6817,95	6817,95	6817,95											
MRP	273471	272718	272718	272718	272718	272718	272718	272718	272718	272718	272718	272718	272718	272718	272718	272718	272718	272718	272718	272718	302046											
Estratégia para o mês de Março (2016)																																
Item: Leite	Qs = 1947,985										Lead-Time = 1 dia																					
Unid. de Medida: Litros	S.5					S.6					S.7					S.8																
Periodo	d.20	d.21	d.22	d.23	d.24	d.25	d.26	d.27	d.28	d.29	d.30	d.31	d.32	d.33	d.34	d.35	d.36	d.37	d.38	d.39	d.40											
Necessidades Brutas	69317,6	77919	77919	77919	77919	77919	77919	77919,4	77919,4	77919,4	77919	77919,4	77919	77919,4	77919	77919	77919,4	77919,4	77919,4	77919,4	77919,4											
Receb. Programado	69317,6	78134,4	77919	77919	77919	77919	77919	77919,4	77919,4	77919,4	77919	77919,4	77919	77919,4	77919	77919	77919,4	77919,4	77919,4	77919,4	77919,4											
Estoque Projetado	1732,94	1947,98	1948	1948	1948	1948	1948	1947,98	1947,985	1947,98	1948	1947,98	1948	1947,98	1948	1948	1947,98	1947,98	1947,98	1947,98	1947,98											
MRP	78134,4	77919,4	77919	77919	77919	77919	77919	77919,4	77919,4	77919,4	77919	77919,4	77919	77919,4	77919	77919	77919,4	77919,4	77919,4	77919,4	86298,8											
Estratégia para o mês de Março (2016)																																
Item: Estabilizante	Qs = 1,94798					Lead-Time = 1 Semana					Item: Aroma	Qs = 0,68179					Lead-Time = 1 Semana					Item: Citrato de sódio	Qs = 0,487					Lead-Time = 1 Semana				
Unid. de Medida: Litros	M.3					M.3					Unid. de Medida: Litros	M.3					M.3					Unid. de Medida: Litros	M.3					M.3				
Periodo	S.4	S.5	S.6	S.7	S.8	Periodo	S.4	S.5	S.6	S.7	S.8	Periodo	S.4	S.5	S.6	S.7	S.8	Periodo	S.4	S.5	S.6	S.7	S.8									
Necessidades Brutas	69,3176	78	77,919	77,919	77,919	Necessidades Brutas	24,26116	27	27,272	27,2718	27,272	Necessidades Brutas	17,3294	19	19,4799	19,4799	19,4799															
Receb. Programado	69,3176	78,1344	77,919	77,919	77,919	Receb. Programado	24,26116	27,3471	27,272	27,2718	27,272	Receb. Programado	17,3294	19,5336	19,4799	19,4799	19,4799															
Estoque Projetado	1,73294	1,94798	1,948	1,948	1,948	Estoque Projetado	0,606529	0,68179	0,6818	0,68179	0,6818	Estoque Projetado	0,43324	0,487	0,487	0,487	0,487															
MRP	78,1344	77,9194	77,919	77,919	86,299	MRP	27,34706	27,2718	27,272	27,2718	30,205	MRP	19,5336	19,4799	19,4799	19,4799	21,5747															
Estratégia para o mês de Março (2016)																																
Item: Açúcar	Qs = 84,7373					Lead-Time = 1 Semana					Item: Cacau em Pó	Qs = 0,97399					Lead-Time = 1 Semana															
Unid. de Medida: Litros	M.3					M.3					Unid. de Medida: Litros	M.3					M.3															
Periodo	S.4	S.5	S.6	S.7	S.8	Periodo	S.4	S.5	S.6	S.7	S.8	Periodo	S.4	S.5	S.6	S.7	S.8															
Necessidades Brutas	3015,32	3389	3389,5	3389,5	3389,5	Necessidades Brutas	34,6588	39	38,96	38,9597	38,96																					
Receb. Programado	3015,32	3398,85	3389,5	3389,5	3389,5	Receb. Programado	34,6588	39,0672	38,96	38,9597	38,96																					
Estoque Projetado	75,3829	84,7373	84,737	84,737	84,737	Estoque Projetado	0,86647	0,97399	0,974	0,97399	0,974																					
MRP	3398,85	3389,49	3389,5	3389,5	3754	MRP	39,06722	38,9597	38,96	38,9597	43,149																					

Fonte: Elaborado pelos autores.

Definido o dimensionamento dos equipamentos, da mão de obra, do plano mestre de produção e da quantidade de matérias necessários para o processo de fabricação da bebida láctea, apresenta-se o sequenciamento e balanceamento do sistema produtivo.

4.8. Balanceamento da produção

Um atributo dos sistemas produtivos em massa, é que se utilizam do PMP para definição dos Tempos de Ciclo (TC), que serão calculados nos departamentos de produção, empacotamento e expedição até o equipamento empilhadeira. Para definir o tempo de ciclo desta linha, seguiu-se os passos descritos por Peinado et. al. (2007), conforme segue:

1) Especificar a relação sequencial;

A partir das capacidades dos equipamentos, do tempo padrão de movimentação de cargas por trabalhadores (50 metros por minuto) e do fluxo de vazão das bombas (400 L/min) que realizam o transporte dos líquidos pelas tubulações para outros equipamentos temos que o Tempo Total de Produção (TP) pode ser calculado a partir da Equação 2:

$$TP = \sum_n TO_n + TM_n \quad (2)$$

Sendo:

TO_1 = Tempo de Operação no Pasteurizador = 60 min/lote

TM_1 = Tempo Movimentação (vazão = 400 L/ min) = 12,5 min

TO_2 = Tempo operação no Misturador = 30 min/lote

TM_2 = Tempo de Movimentação (vazão = 400 L/min) = 12,5 min

TO_3 = Tempo de Operação na Envasadora = 60 min/lote

TM_3 = Tempo de Movimentação (vazão = 400 L/min) = 12,5 min

TO_4 = Tempo de Operação na Mesa = 16 min/100 caixas

TM_4 = Tempo de Movimentação = 100 m/min

TO_5 = Tempo de Operação na Câmara Fria = 3 horas/lote

TM_5 = Tempo de Movimentação = 100 m/min

TO_6 = Tempo de Operação Empilhadeira = 150 m/min

Logo, o tempo total de Produção é de 373,5 min, para as tarefas produção, empacotamento e expedição.

2) Determinar o Tempo de Ciclo (C);

$C = (\text{Tempo de produção por dia}) / (\text{Saída por dia em unidades})$

$C = 373,5 / (30 \times 10^3)$

$C = 0,13 \text{ min ou } 7,8 \text{ s}$

3) Número teórico mínimo de estações de trabalho (N);

$$N = \text{Equipamentos} + \text{Recursos}$$

$$N = 8 + 6 = 14$$

4) Calcular a eficiência (E):

$$E = (TP) / (N \times C)$$

$$E = (373,5) / (14 \times 7,8)$$

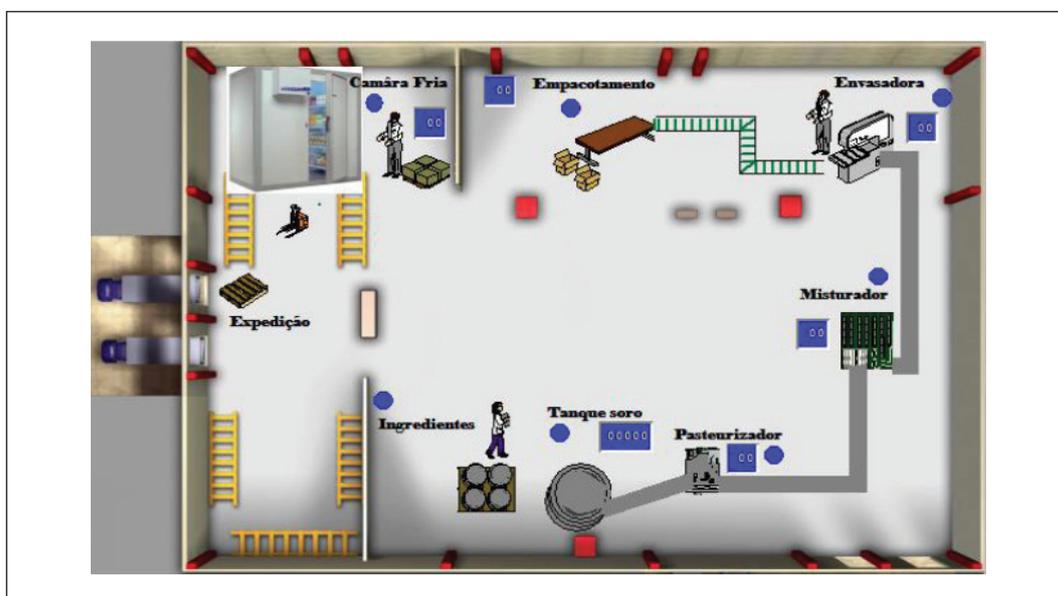
$$E = 342\% \text{ de eficiência}$$

O cálculo do balanceamento da linha serve como comparativo ao que foi planejado e detalhado no planejamento da capacidade de Mão de Obra e equipamentos para atender a demanda com 100% de eficiência.

4.9. Simulação, correções e validação

O primeiro passo foi definir o layout do espaço físico do Sistema Produtivo da Bebida Láctea no software de simulação Promodel (Figura 8).

Figura 8 - *Layout* do Sistema Produtivo da Bebida Láctea no Promodel.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Com os dados inseridos no software, a simulação do Plano de Produção foi executada, sendo possível obter em diferentes cenários, os seguintes resultados: o tempo total de operação do sistema, ou seja, o tempo total gasto pelo sistema para operar todas as funções designadas aos elementos do modelo; e o estado de utilização dos equipamentos, recursos e mão de obra, que representa suas taxas de utilização durante o funcionamento em escala real do sistema, podendo auxiliar na verificação de gargalos e ociosidades (TEARWATTANARATTIKAL et al., 2008).

Por meio da simulação do planejamento, foi possível testar os parâmetros encontrados nas etapas anteriores do método, caracterizado pelo cenário 1 e efetuar correções por meio da elaboração de outros cenários, de forma a minimizar os erros e aproximar o plano da escala real. Vale salientar, que o Trabalhador responsável pela higienização foi o único recurso não considerado na simulação.

A Tabela 2 demonstra os cenários desenvolvidos no software, os resultados obtidos e as alterações indicadas, fornecendo o cenário 4, como o cenário ótimo para o desenvolvimento de bebidas lácteas na Região Litoral Sul da Bahia.

Tabela 2 - Principais Resultados dos cenários produtivos.

Resultados	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4
Tempo Total de Operação do Sistema	14h:57m	14h:57m	10h:25m	6h:40m
Tomada de Decisão relacionada	Adoção dos parâmetros do planejamento da Produção.	Retirada do Trabalhador_ Expedição.	Aumento da capacidade dos equipamentos.	Produção em um dia e entrega no dia seguinte.
Taxa de Lotação do Depósito de Ingredientes	10,01%	10,01%	14,36%	22,45%
Taxa de Lotação do Tanque de Soro	16,46%	16,46%	0,72%	1,13%
Taxa de Lotação da Câmara Fria	20,05%	20,05%	0%	0%
Taxa de Lotação do Setor de Expedição	5,02%	5,02%	7,19%	11,24%

Resultados	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4
Taxa de Operação do Pasteurizador	40,1%	41,05%	28,76%	44,98%
Taxa de Operação do Misturador	20,05%	20,53%	14,38%	22,49%
Taxa de Operação da Envasadora	40,1%	41,05%	28,76%	44,98%
Taxa de Operação do Setor Empacotamento	10,69%	10,95%	21,3%	29,41%
Taxa de Utilização da Mão de Obra Trabalhador_produção	8,62%	14,68	25,33%	36,53%
Taxa de Utilização da Mão de Obra Trabalhador_empacotamento	40,1%	41,05	28,76%	44,98%
Taxa de Utilização da Mão de Obra Trabalhador_expedição	5,71%	—*	—*	—*

*Não foi considerado no Cenário

Fonte: Elaborado pelos autores.

Sendo assim, para produção de 30 mil litros de bebidas lácteas o cenário 4 foi o que apresentou melhores resultados, devido ao menor tempo total de operação do sistema e melhor eficiência dos locais e recursos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto de produção de bebidas lácteas com soro do leite desenvolvido por meio da aplicação de um método com uma nova abordagem de PCP permitiu observar o comportamento de todo o processo de desenvolvimento de um produto, de forma a identificar todos os requisitos necessários para atender uma demanda futura e a dimensionar as possíveis falhas através da validação de um cenário ótimo para a sua produção.

Por meio da utilização de técnicas de previsão de demanda que correlacionam fatores qualitativos e quantitativos na aplicação das séries temporais de regressão linear simples foi possível determinar o público alvo e a possível distribuição das bebidas lácteas em um período de quatro anos futuros, sob o qual foi dimensionado o plano de controle da produção.

Com a elaboração do plano foram verificados os seguintes elementos: Quantidades e tipos de equipamentos; a necessidade de quatro trabalhadores para operar o sistema produtivo; o fluxograma detalhado do processo; as estratégias de produção para a demanda prevista nos próximos quatro anos; o plano mestre de produção com a consideração de lotes econômicos, que definiu a quantidade ótima de produtos a serem produzidos mensalmente; a quantidade de materiais necessários e seus *lead-times*; além do sequenciamento e balanceamento da linha de produção, que demonstrou uma alta eficiência.

No entanto, ao levar o plano dimensionado para simulação computacional, e, portanto, verificação das condições planejadas em escala real, foi possível identificar falhas e gargalos na operação do sistema, sendo possível realizar correções e validar o cenário mais adequado para a efetivação do PCP e desenvolvimento do produto.

Sendo assim, pode-se considerar que o projeto de desenvolvimento de bebidas lácteas com soro do leite, além de fornecer uma nova perspectiva de método sob a aplicação do PCP, incorporando técnicas de previsão e simulação, pode contribuir para a etapa do dimensionamento da produção da cadeia de suprimentos de valorização do soro do leite na região Litoral Sul da Bahia, funcionando como um subsídio no gerenciamento de um coproduto mal aproveitado pelos produtores locais, que pode gerar emprego e renda, além de favorecer na eliminação de descartes inadequados que ocasionam poluição.

Sugere-se, portanto, de forma a cumprir com os benefícios almejados desta aplicação, a elaboração de trabalhos futuros que contemplem a análise do dimensionamento das demais etapas da cadeia de suprimentos de valorização do soro do leite, que abrange, segundo Ballou (2010), a logística de coleta dos insumos e a logística de distribuição do produto final.

REFERÊNCIAS

ALVES, M. P.; MOREIRA, R. O.; RODRIGUES, P. H. J.; MARTINS, M. C. F.; PERRONE, I. T.; CARVALHO, A. F. Soro de leite: tecnologias para o processamento de coprodutos. **Revista Institucional Laticínios Cândido Tost**, v. 69, n. 3, p. 212-226, 2014.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: Planejamento, organização e logística empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

BIEGER, A.; LIMA, J. F. Empresa e desenvolvimento sustentável: um estudo de caso da Sooro. **Revista FAE**, v. 11, n. 2, p. 59-67, 2008.

BOSI, M. G.; BERNABÉ, B. M.; DELLA LUCIA, S. M.; ROBERTO, C. D. Notas Científicas Bebida com adição de soro de leite e fibra alimentar prebiótica. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 48, n. 3, p. 339-341, 2013.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados nº360. **Diário Oficial**. Brasília, 2009.

BRASIL. Ministério do meio ambiente. Lei nº 12305 de 02 de agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário oficial da União**. Brasília, 2010.

BRASIL. Altera a Lei no 9.394. Formação dos profissionais da educação e outras providências. **Diário Oficial**. Brasília, 2013.

BUSSAB, W. O.; MORETTIN, P. A. **Estatística básica**. Saraiva, 2010.

CARVALHO, F.; PRAZERES, A. R.; RIVAS, J. Cheese whey wastewater: Characterization and treatment. **Science of the Total Environment**. v. 445-446, p. 385-396, 2013.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de Produção e Operações – Manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 2 ed. São Paulo: Atlas 2007.

CORREA, J. E.; MELLO, C. H.; PEREIRA, T. F. Uso de simulação de eventos discretos para avaliação de uma linha de montagem de uma empresa do ramo automotivo e os impactos do fator humano. **Revista Científica e-Locução**, v. 1, n. 6, 2015.

DEBOWSKI M.; KORZENIEWSKA, E.; FILIPKOWSKA, Z.; ZIELINSKI, M.; KWIATKOWSKI, R. Possibility of hydrogen production during cheese whey fermentation process by different strains of psychrophilic bacteria. **International Journal Hydrogen Energy**, v. 39, p. 1972-1978, 2014.

FAVARETTO, F. Demand uncertain impact in materials requirements planning. **P&D em Engenharia de Produção**, v. 10, n. 1, p. 101-108, 2012.

FERNANDES, F.C.F; GODINHO, F.M. **Planejamento e Controle da Produção: dos Fundamentos ao Essencial**. Editora Atlas. São Paulo. 2010.

FERNANDES, N. P.; COSTA, L. S. Gestão da cadeia de suprimentos: estudo de caso em uma empresa de produção de equipamentos e insumos destinados ao setor médico hospitalar. **Revista Eletrônica Academicus**, v. 3, n. 3, p. 48-56, 2016.

FERREIRA, L. D. Jr; BENASSI, J.; AMARAL, D. Kansei Engineering na gestão ágil de projetos de novos produtos: potencialidades e desafios. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 6, n. 3, p. 59-76, 2011.

GONTHIER, A. The Effects of Acid Whey on the Environment. **Way Over Whey**, v. 2, p. 15-49, 2013.

GUERRINI, F. M.; BELHOT, R. V.; AZZOLINI, W. Jr. **Planejamento e Controle da Produção: Projeto e Operação de Sistemas**. São Paulo: Editora Campus, 2013.

LIN, C. S. K.; KOUTINAS, A. A.; STAMATELATOU, K.; MUBOFU, E. B.; MATHARU, A. S.; KOPSAHELIS, N.; PFALTZGRAFF, L. A.; CLARK, J. H.; PAPANIKOLAOU, S.; KWAN, T. H.; LUQUE, R. Current and future trends in food waste valorization for the production of chemicals, materials and fuels: a global perspective. **Biofuels, Bioprod. Bioref.** v. 8, p. 686–715, 2014.

MANFIO, N. M.; LACERDA, D. P. Definição do escopo em projetos de desenvolvimento de produtos alimentícios: uma proposta de método. **Gestão e Produção**, v. 23, n. 1, p. 18-36, 2016.

MARCHI, J.; NESI, A.; BIONDO M.; BORTOLON, E.; REBONATTO, B.; MACHADO, C. **Projeto de extensão tecnológica aplicada às agroindústrias familiares rurais integradas ao programa de aquisição de alimentos (PAA) e programa de alimentação escolar (PNAE) localizadas na região sudoeste do Paraná**. 2012. 102f. Dissertação. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, 2012.

MARQUARDT, L. Indústrias lácteas: alternativas de aproveitamento do soro de leite como forma de gestão ambiental. **Tecno-Lógica**, v. 15, n. 2, p. 79-83, 2012.

MIRANDA, R. G.; ANDRADE, G. J.; GERBER, J. Z.; BORNIA, C. B. Método estruturado para o processo de planejamento da demanda nas organizações. **Revista ADMpg**, v. 4, p.45-53, 2011.

NUNES, L. A. **Prospecção na valorização e gerenciamento do soro do leite no Litoral Sul da Bahia: um planejamento da cadeia produtiva**. 2016. 194f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, BA, 2016.

NUNES, L. A.; GERBER, J. Z. ; FREIRES, F. G. M.; TANCO, M. The Dairy Agribusiness in a Sustainable Perspective. In: PRODUCTION AND OPERATIONS MANAGEMENT SOCIETY (POMS), 25, Annual Conference, 2014, Atlanta. **Anais... POMS Meetings**. Atlanta, 2014.

OGAWA, T.; NAGAI, Y.; IKEDA, M. Na ontological approach to designers' idea explanation style: Towards supporting the sharing of Kansei-ideas in textile design. **Advanced Engineering Informatics**, n. 23, p. 157-164, 2009.

OLIVEIRA, D. F.; BRAVO, C. E. C.; TONIAL, I. B. Soro de leite: um subproduto valioso. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**. v. 67, n. 385, 2012.

PANTUZA, G. Jr. Uma abordagem multiobjetivo para o problema de sequenciamento e alocação de trabalhadores. **Gestão e Produção**, v. 23, n. 1, p. 132-145, 2016.

PEINADO, J.; GRAEMI, A.R. **Administração da Produção: Operações Industriais e de Serviços**. Curitiba: Unicenp, 2007.

PINTADO, M. E. Review: technology, chemistry and microbiology of whey cheeses. **Food Science Technoly International**, v. 7, p. 105-116, 2001.

PIVA, C. D.; RIGO, A.; OLISKOVICZ, K.; NOVA, C.; FERNANDES, M.; CALDO, A. Planejamento e controle de produção aplicado ao setor sucroalcooleiro. **Revista de Ciências Gerenciais**, v. 15, n. 22, 2015.

RAD, S. J.; LEWIS, M. J. Water utilisation, energy utilisation and waste water management in the dairy industry: A review. **International Journal of Dairy Technology**. v. 67, n. 1, 2014.

RITZMAN, L.; KRAJEWSKI, L. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.

SANTANA, P. H. R.; GERBER, J. Z.; FONSECA, F. D. S.; SILVA JUNIOR, J. C. P. Estratégia de produção auxiliando no desenvolvimento de um produto a partir de resíduos do coco verde. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21, 2014. **Anais... XXI SIMPEP**, Bauru/SP, 2014.

SAURIN, T. A.; FERREIRA, C. F. Avaliação qualitativa da implantação de práticas da produção enxuta: estudo de caso em uma fábrica de máquinas agrícolas. **Gestão e Produção**, v. 15, n.3, p. 449-462. 2008.

SECRETARIA DA EDUCAÇÃO. **Calendário Escolar**. Disponível em: <<http://www.educacao.pe.gov.br/portal/?pag=1&men=68>>. Acesso em 05 de junho de 2015.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SOUZA, R; NUNES, L. A.; PIERRE, I; GERBER, J. Z. Método híbrido de previsão da demanda: prospecção de alunos por merenda escolar na região do litoral sul da Bahia. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2015, Salvador, **Anais... ENEGEP**, 2015.

TEARWATTANARATTIKAL, P.; NAMPHACHAROEN, S.; CHAMRASORN, C. Using ProModel as a simulation tools to assist plant layout design and planning: Case study plastic packaging factory. **Songklanakarin Journal of Science and Technology**, v. 30, n. 1, p. 117-123, 2008.

TUBINO, D. F. **Planejamento e Controle da Produção** (2 ed.). São Paulo: Atlas, 2009.

VERÍSSIMO, A.; ALVES, C.; HENNING, E.; AMARAL, C.; CRUZ, A. Métodos Estatísticos de Suavização Exponencial Holt-Winters para previsão de demanda em uma empresa do setor metal mecânico. **Revista Gestão Industrial**. v. 8, n. 4, 2013.

WISSMANN, M. A.; HEIN, A. F.; NEULS, H. Geração de resíduos: uma análise de ecoeficiência nas linhas de produção em uma indústria de laticínio e a influência sobre os custos ambientais. **Custos e @gronegocio on line**. v. 9, n. 4, 2013.