

## Análise ergonômica fomentando uma melhoria no processo produtivo em uma indústria de laticínios

Leonardo Zammar (UTFPR) [zammarleonardo@gmail.com](mailto:zammarleonardo@gmail.com)

Walmir Mendes Batista (UTFPR) [walmir.batista@brf-br.com](mailto:walmir.batista@brf-br.com)

Gilberto Zammar (UTFPR) [zammar@utfpr.edu.br](mailto:zammar@utfpr.edu.br)

Fanny Kovaleski (UTFPR) [fannyk92@hotmail.com](mailto:fannyk92@hotmail.com)

Andreia Antunes da Luz (UTFPR) [andreia-luz@hotmail.com](mailto:andreia-luz@hotmail.com)

### Resumo:

O objetivo deste artigo é analisar as condições ergonômicas em um posto de trabalho, na área de fabricação de produtos lácteos, mais precisamente no setor de dosagem de fermentado no processo de fabricação de iogurtes, em uma grande indústria na região dos Campos Gerais, à partir desta análise propor soluções a serem implementadas a fim de melhorar as condições humanas no posto de trabalho e por consequência implementar uma melhoria no processo produtivo. Foi realizado um levantamento da posição colaborador, a fim de identificar os problemas de postura. Ao final foi implementado uma solução de automatização, proporcionando uma melhoria no processo de maneira viável e efetiva.

**Palavras chave:** Ergonomia, Automatização, Laticínios.

## Ergonomic analysis fostering an improvement in the production process in a dairy industry

### Abstract

The purpose of this article is to analyze the ergonomic conditions in a job. In the field of manufacturing of dairy products, more precisely in the sector dosing fermented. In the process of making yogurt in a major industry in the Campos Gerais region. Starting this analysis to propose solutions to be implemented in order to improve human conditions in the workplace and therefore implement an improvement in the production process. A survey of employee position, in order to identify the problems of posture. At the end a solution of automation was implemented, providing an improvement in the process at a viable and effective way.

**Key-words:** Ergonomics, Automation, Dairy.

## 1. Introdução

Este estudo foi realizado em uma grande indústria do setor de laticínios na região dos Campos Gerais, mais precisamente no setor de fabricação de iogurtes, para tanto será descrito o processo e as condições de fabricação.

O processo de fabricação de iogurtes se inicia na recepção do leite, o qual chega em caminhões isotérmicos, que são inspecionados para verificar as condições de limpeza e se não há vazamentos, se estiverem em conformidades, seguem para a pesagem. Após seguem para a plataforma de descarga, onde são coletadas amostras dos compartimentos para análises laboratoriais, após a análise é selecionado o silo para descarga verificando sempre a temperatura que não pode ser superior a 4°C, dos silos de estocagem e após nova análise laboratorial o leite é encaminhado para o processo de pasteurização.

O processo de pasteurização inicia-se ligando a bomba que alimenta o tanque de equilíbrio do pasteurizador, que enche a planta aquecendo o leite a 45°C em seguida passa pelo processo de centrifugação e clarificação onde separa-se a gordura do leite, em seguida um sistema de válvulas faz a padronização do leite de acordo com a gordura selecionada no painel de comando, incorporando a gordura no leite proporcionalmente ao valor selecionado, em seguida o leite será pasteurizado. O leite retorna para o pasteurizador aquecendo a 75°C por 18 segundos em seguida passa pelo processo de resfriamento onde sai com temperatura menor que 5°C e é destinado aos tanques isotérmicos de estocagem com sistema de agitação constante para posterior utilização na fabricação de culturas lácteas.

O processo de produção do fermento atualmente é realizado em cubas de 20 e 30 litros conforme mostra a figura 1, nas quais é adicionado leite e a mistura microbiana. Estas cubas são mantidas em banho-maria até atingir a temperatura de 85°C e permanecendo a essa temperatura por um tempo médio de 50 minutos. Após este tempo as cubas são resfriadas e mantidas em uma temperatura controlada de 5 a 10°C armazenadas em câmara-fria, após resfriado retira-se da câmara-fria e acondiciona novamente em banho-maria até atingir 42°C para ser inoculado, e novamente resfriada a 6°C em banho-maria e novamente acondicionado em câmara-fria até atingir o pH de 4,5 pelo tempo médio de 12 horas para depois ser injetado manualmente nos tanques de maturação de cultura láctea.



Figura 1 - Disposição das cubas

Para dosar o fermento nos tanques de maturação, com o leite já pasteurizado, estes são inseridos através da boca de inspeção gerando grande risco de contaminação pela entrada de ar do ambiente da fábrica, mostrado em detalhes na figura 2.



Figura 2 - Operador dosando fermento nos tanques de maturação

A proporção de mistura varia de 2 a 3%, conforme o tipo de produto base que se deseja preparar, a maturação da cultura láctea nos tanques isotérmicos leva em média 12 horas para estar pronta, onde é analisada, monitorado e controlada até atingir o pH 4,5.

Após este processo as cubas devem ser esterilizadas e higienizadas através de um processo de limpeza, realizada pelos técnicos do processo. A higienização das cubas é feita de forma totalmente manual com dosagem de soda e ácido em baldes, gerando gases tóxicos e risco elevado de acidentes.

Outro problema reside na dificuldade em padronizar a quantidade de cultura láctea a ser adicionada nos tanques de maturação.

## 2. Análise Ergonômica

De acordo com Santos e Fialho (1997), a tarefa é um objetivo a ser atingido. Neste sentido, sua análise coincide com a análise das condições dentro das quais o trabalhador desenvolve suas atividades de trabalho (FEITOSA,2005).

Os resultados deste estudo encontram-se descritos conforme a evolução das atividades de intervenção ergonômica.

As análises ergonômicas foram feitas através do software Ergolândia 4.0 na versão Demo, de acordo com os métodos descritos na sequência a seguir:

- a. NIOSH;
- b. OWAS – Tarefa 1 – pegar a cuba;
- c. OWAS – Tarefa 2 – despejar o fermento;

As análises foram feitas através de fotografias do operador pegando a cuba do chão conforme registrado na figura 1, e o operador despejando o fermentado no tanque, como mostra a figura 2.

O peso da cuba foi considerado na situação extrema de 30 kg e com uma frequência de 10 vezes por hora.

## 2.1 NIOSH

Metodologia desenvolvida em 1981 pelo National Institute for Occupational Safety and Health – NIOSH e reformulada em 1991.

Objetivo: Criar uma ferramenta para poder identificar os riscos de lombalgia associados à carga física a que estava submetido o trabalhador e recomendar um limite de peso adequado para cada tarefa em questão;

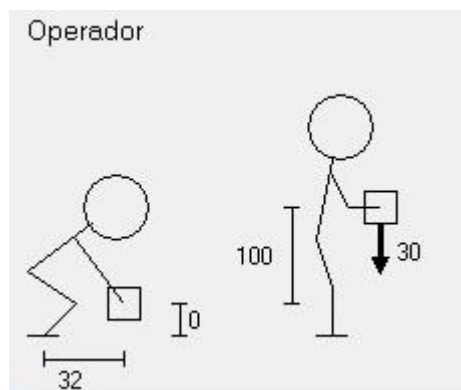


Figura 3 - Croqui da operação

## 2.2 OWAS

O Método Ovako Working Posture Analysing System (OWAS) foi criado na Finlândia pela OVAKO OY em conjunto com o Instituto Finlandes de Saúde Ocupacional. Através da análise das posturas das costas, braços, pernas e do esforço do trabalhador, é encontrado uma categoria de ação.

A atividade de dosagem do fermento foi analisada através do OWAS, e foi identificada a postura que provoca maior penosidade ao trabalhador.

## 3. Resultados

### 3.1 Resultados da Análise Postural

Da figura 2 foram retirados os dados para a análise postural do operador, desta análise observou-se que a funcionário é exposto a posturas desfavoráveis.

Em uma análise macro da operação, determinou-se que a operador passava 30% do tempo na função de pegar cuba e 70% do tempo na posição de despejar o fermento.

### Posições das Costas

A análise das posturas do tronco resultou em que 70% do tempo da análise o operador estava com o tronco ereto e 30% com o tronco flexionado.

### Posições dos Braços

A análise da postura dos braços resultou em que 100% do tempo ambos os braços estavam abaixo dos ombros.

### Posições das Pernas

A figura 2 indica que o operador permanece a maior parte do tempo na posição em pé com as pernas esticadas.






### Carga de Trabalho

A análise da carga de trabalho mostrou que 100% das análises apresentavam resultados de transporte de material abaixo de 35 kg.


## 3.2 Resultados Da Aplicação Dos Métodos

### 3.2.1 NIOSH

#### MÉTODO NIOSH - LEVANTAMENTO DE CARGA

Nome do Trabalhador	<input type="text" value="Operador"/>	 SALVAR DADOS
Empresa	<input type="text" value="Empresa de laticínios"/>	 BANCO DE DADOS
Setor	<input type="text" value="Fabricação de iogurtes"/>	 CONTROLE DE IL
Função	<input type="text" value="Dosador de fermento"/>	 INFORMAÇÕES
Peça Levantada	<input type="text" value="Cuba"/>	 LIMPAR CAMPOS

H <input type="text" value="32"/> V <input type="text" value="0"/> D <input type="text" value="100"/> A <input type="text" value="0"/> F <input type="text" value="0.85"/>	<div style="display: flex; align-items: center;">  <p>RUIM! IL maior que 1!</p> </div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p><b>LEGENDA</b></p> <p>H - Distância horizontal entre o pé e as mãos. Unidade: cm</p> <p>V - Distância vertical entre o chão e as mãos. Unidade: cm</p> <p>D - Distância vertical percorrida pela carga. Unidade: cm</p> <p>A - Ângulo de torção do tronco. Unidade: Graus</p> <p>F - Fator Frequência.</p> <p>QP - Qualidade da Pega.</p> <p>P - Massa da carga sendo levantada. Unidade: Kg</p> <p>LPR - Limite de Peso Recomendado. Unidade: Kg</p> <p>IL - Índice de Levantamento.</p> </div>	<input type="button" value="CALCULAR"/>
--	---	---

QP <input type="text" value="1"/> P <input type="text" value="30"/> LPR <input type="text" value="10,239"/> IL <input type="text" value="2,93"/>	
---	--

Figura 4 - Resultado do método NIOSH



### 3.2.2 OWAS

#### a) Tarefa 1 – Pegar o balde








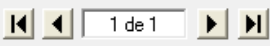
Nome do trabalhador	Operador	 POSTURA NO TEMPO  VÍDEO  IMPRIMIR  EXCLUIR  PROCURAR  LISTA COMPLETA  VOLTAR
Empresa	Empresa de laticínios	
Setor	Produção de iogurtes	
Função	Dosagem de fermento	
Tarefa	1 Pegar a cuba	
Tempo nesta tarefa:	30 %	
Postura das costas	2 - Inclínada	
Postura dos braços	1 - Os dois braços abaixo dos ombros	
Postura das pernas	2 - De pé com ambas as pernas esticadas	
Esforço	3 - Carga maior que 20 Kg	
Categoria de ação	3 - São necessárias correções tão logo quanto possível	
		

Figura 5 - Resultado do método OWAS - tarefa 1 - pegar a cuba

#### b) Tarefa 2 – Despejar o leite








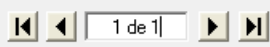
Nome do trabalhador	Operador	 POSTURA NO TEMPO  VÍDEO  IMPRIMIR  EXCLUIR  PROCURAR  LISTA COMPLETA  VOLTAR
Empresa	Empresa de laticínios	
Setor	Produção de iogurtes	
Função	Dosagem de fermento	
Tarefa	2 Despejar o fermento	
Tempo nesta tarefa:	70 %	
Postura das costas	1 - Ereta	
Postura dos braços	1 - Os dois braços abaixo dos ombros	
Postura das pernas	2 - De pé com ambas as pernas esticadas	
Esforço	3 - Carga maior que 20 Kg	
Categoria de ação	1 - Não são necessárias medidas corretivas	
		

Figura 6 - Resultado do método OWAS - tarefa 2 - despejar o fermento

#### 4. Discussão

O objetivo deste estudo foi identificar os fatores de risco relacionados ao trabalho de um funcionário do setor de laticínios, e os fatores capazes de influenciar na organização do trabalho envolvidos nas causas de queixas musculoesqueléticas. Considerando a metodologia e a análise de demanda utilizadas neste trabalho, a seguir apresenta-se uma discussão e as conclusões finais do estudo.

##### 4.1 Considerações Sobre a Aplicação da Metodologia Ergonômica

A análise da demanda evidenciou o setor de dosagem de fermento para realização deste estudo. Através da análise da fotografia da atividade identificaram-se alguns dos principais problemas, entre eles a postura dos costas.

A metodologia aplicada através do uso do software Ergolândia se mostrou eficiente, pois evidenciou os problemas identificados através da análise da fotografia da atividade de dosagem do fermento.

##### 4.2 Condições Posturais e Biomecânicas do Operador

Analisando os resultados do método NIOSH temos o índice de levantamento IL igual a 2,93 que indica que deve-se fazer uma seleção ergonômica, que é o aconselhamento do trabalhador para mudanças nos métodos de trabalho.

O resultado do LPR - limite de peso recomendável, ou seja, carga máxima que o trabalhador pode levantar sem que haja danos a sua saúde deu 10,24 Kg e o ideal é que a carga P seja menor que o LPR, fato que não está acontecendo.

O método OWAS foi aplicado na atividade de dosagem, evidenciando que são necessárias correções tão logo quanto possível na postura de pegar a cuba.

Devido as análises dos resultados anteriores foi determinado uma intervenção profunda no processo, esta intervenção veio no sentido de automatização integral no processo de dosagem do fermento.

##### 4.3 Projeto para melhorias

Uma solução discutida e acatada pela diretoria da indústria foi automatizar o sistema de dosagem de fermento em linha, aumentando a segurança dos operadores, diminuindo o risco de contaminação dos produtos, padronização das fórmulas, garantindo a qualidade e também reduzindo o tempo de maturação que diminui de 12 para 10 horas para cada batelada.

Este projeto é composto de várias etapas, desde o dimensionamento dos componentes à instalação e operação. O dimensionamento leva em consideração a perda de carga, os dados de bombeamento e a possibilidade de cavitação (MUNSON, 2012).

A proposta do projeto é de se fazer a mistura do fermento em tanques de 1500 litros, substituindo as cubas convencionais. Estes tanques serão de multicamadas, onde será realizado o processo de aquecimento, através da troca térmica com a injeção de vapor entre a camisa dos tanques e o produto, e também o de resfriamento através da troca térmica com a

injeção de água de resfriamento a 25°C e água gelada a 2°C entre a camisa dos tanques e o produto.

A dosagem será realizada através do confinamento de tubulações, fechada nos tanques de maturação, onde será criada estrutura mecânica e sistema hidráulico, com painéis elétricos, bombas, válvulas pneumáticas, medidores de vazão, condutivímetros e equipamentos de instrumentação mostrados nas figuras 7, 8 e 9, todos dimensionados e analisados segundo (FIALHO, 2006).



Figura 7 - Medidores de vazão





Figura 8 - Conjunto de válvulas dosadoras



Figura 9 - Bombas hidráulicas

A figura 10 mostra uma tela do programa supervisor que foi desenvolvido para gerenciar as informações e funcionamento da planta, padronizando a dosagem do fermento utilizado no processo de fabricação dos diversos tipos de bases para iogurte, eliminando o risco de contaminações e com isso evitando perdas.



Figura 10 - Programa supervisor

A limpeza dos tanques e das linhas envolvidas será realizada de forma mais segura para os operadores, pois, será realizada pela central de CIP do setor de processos de forma automática. Comparando com o método de limpeza utilizado atualmente, este projeto automático proporcionará um ganho de tempo, segurança e confiabilidade do processo.

## 5. Considerações Finais

A análise ergonômica fomentou uma ampla mudança no processo de fabricação de iogurtes em uma grande indústria, os operadores foram treinados e remanejados para outros setores da indústria.

O tempo de fermentação tanto no laboratório quanto o tempo de fermentação nos tanques de maturação reduziu de 12h para 10h, isto é para cada batelada houve um ganho de 2 horas, aumento na capacidade produtiva, maior porcentagem de dosagem que era de no máximo 0,9% de fermento sobre o volume dos tanques de maturação para uma dosagem de 1,5%, isto é, para um tanque de 10.000L dosava-se no máximo 90L, com o novo sistema consegue-se dosar para o mesmo tanque 150L de fermento.

Redução no consumo e custo de fermento, que no processo antigo era de 500g para cada 250L de leite, para o preparo de um tanque de maturação de 10.000L no processo antigo utilizava-se 20Kg de fermento que custa R\$ 96,55Kg, um custo de R\$ 1.931,00 por batelada.

Com o novo processo o consumo será de 300g para cada 250L de leite, para o preparo de um tanque de maturação de 10.000L será utilizado 12Kg de fermento que custa R\$ 96,55/Kg, um custo de R\$ 1.158,60 por batelada, ou seja uma economia de R\$ 772,40 por batelada.

A produção média mensal é de 1.137.848L de leite maturado, isto significará uma economia média mensal de R\$ 87.887,00 no custo do fermento.

O investimento total do projeto foi de R\$ 600.000,00 que terá um pay-back de 7 meses.

Aumento na padronização e qualidade do fermento, segurança na operação e ergonomia no manuseio dos galões.

A adequação do processo de preparação de fermento irá aumentar a capacidade da unidade em produção de bases para atender a um crescimento futuro.

A dosagem em linha irá eliminar o risco de contaminação pelo ar do ambiente fabril. Também será eliminada a exposição dos operadores aos gases tóxicos proveniente do CIP manual e a acidentes originados por estes mesmos produtos químicos, bem como problemas musculoesqueléticos devido a posturas inadequadas durante o turno de trabalho.

## Referências

**ERGOLÂNDIA.** *Software de análise ergonômica. Versão 4.0 demonstrativa*, 2013.

**FEITOSA, BRUNO C. MOREIRA, RAIMUNDO E. A.** *Análise Ergonômica do Trabalho – Um estudo de caso em uma pequena empresa de perfumaria e cosméticos.* UNAMA, 2005.

**FIALHO, A. B.** *Automação hidráulica: projetos, dimensionamento e análise de circuitos.* 4.ed. Erica, 2006.

**MUNSON, B. R.** *Fundamentals of fluid mechanics.* 7. Ed. Wiley, 2012.

**NIOSH.** *National institute for occupational safety and health.* 2013.

**OWAS.** *Ovaco working analysis system.* 2013

**SANTOS, N.; FIALHO, F. A. P.** *Manual de Análise Ergonômica do Trabalho.* 2ª Edição. Curitiba: Editora Gênese, 1997.