

Plano de Adequação de Layout dos Túneis de Congelamento Contínuo para Embutidos Frescais

Guilherme Fernando Ribeiro (UTFPR) guilherme.ribeiro91@hotmail.com
Fernando Henrique Lermen (UFRGS) fernando-lermen@hotmail.com
Carla Beatriz da Luz Peralta (UFRGS) carlablp@gmail.com
Gustavo de Souza Matias (UEM) gusmatias@gmail.com
Rubya Vieira de Mello Campos (INTEGRADO) rubbyadmc@hotmail.com

Resumo:

O presente estudo foi desenvolvido em uma Cooperativa situada no município de Erechim – RS no setor de túneis e expedição. Os túneis de congelamento são umas das causas de gargalo na empresa, pois estes são instáveis, devido aos produtos serem posicionados em trilhos, que nem sempre adquirem a temperatura adequada para congelamento, ocasionando retrabalho caso as normas não sejam cumpridas. Sendo assim, o objetivo foi realizar análises de temperatura em vários pontos dos túneis de congelamento de linguiças para avaliar a conformidade com a Normativa Interna SAI-151-00, propor um novo layout com gaiolas estáticas, orçar os custos e apresentar o prazo de retorno do investimento. Foram utilizados os métodos de abordagem quantitativo e qualitativo. Quanto aos fins à pesquisa classifica-se como descritiva e metodológica, e quanto aos meios classifica-se como pesquisa de campo, bibliográfica e estudo de caso. Para a realização das análises de temperatura utilizou-se a metodologia de avaliação de conformidade de congelamento e para o desenvolvimento do novo layout utilizou-se a metodologia de projeto de layout. Foi possível desenvolver uma proposta para um novo layout capaz de dobrar a capacidade dos túneis e atender todas as normas vigentes. Também constatou-se o retorno do investimento ocorrerá em sete dias.

Palavras chave: Arranjo Físico, Expedição, Planejamento e Controle da Produção.

Plan Adequacy Layout of Continuous Freezing tunnels in Embedded Fresh Pork

Abstract

This study was developed in Central Cooperative in the municipality of Erechim – RS tunneling industry and shipping, where the tunnels of continuous freezing responsible for the biggest bottleneck of the company. The continuous freezing tunnels are very unstable, because the products are positioned on a rail, thus generating rework if not meet the standards. Thus, the objective was to perform temperature analysis at various points of sausages freezing tunnels to assess compliance with the Internal Normative SAI-151-00, propose a new layout with static cages for tunnels, present the budget of this change and estimate the costs. methods of qualitative and quantitative approach was used. The research is classified as descriptive and methodological, and as the means to be treated as field research, literature and case study. To carry out the temperature analysis used the freezing of conformity assessment methodology and the development of the new layout used the layout design methodology. It was possible to develop a proposal for a new layout that can double the capacity of tunnels and the normative standards. Also it was found by means of a budget analysis in less than seven days in fresh pork production, the costs may settled.

Key-words: Physical arrangement, Expedition, Planning and Production Control.

1. Introdução

Entre as diferentes cadeias produtivas integrantes do sistema agroindustrial brasileiro, a cadeia produtiva de suínos se destaca no mercado nacional e internacional de carnes *in natura* e industrializados, em decorrência das mudanças nas características dos produtos, da inserção de produtos diversificados no mercado, e dos ganhos tecnológicos, de produtividade e de

investimentos ao longo de toda cadeia (GOMES, 2002).

Nos frigoríficos de suínos, por meio de uma sequência de operações e processos de abate e de industrialização, muitos são os produtos fabricados e comercializados no mercado interno e externo, como a carne *in natura*, presuntos, temperados, banha, embutidos cozidos, salames curados, linguiças frescas, bacon defumado e tripas. Em especial, alguns produtos como as linguiças frescas necessitam ser mantidos, ao final do processo de produção, em túneis de congelamento, visando à obtenção de temperatura adequada para a comercialização.

De acordo com Salvador (1999), nos túneis de congelamento contínuo, os produtos são posicionados em trilhos mecânicos, e podem ou não adquirir a temperatura adequada para seu congelamento, o que justifica a importância do monitoramento de temperatura nesses túneis e dimensionamento de capacidade produtiva. Sendo assim, o presente estudo teve por objetivos realizar análises de temperatura em vários pontos dos túneis de congelamento de linguiças, em um Frigorífico localizado no estado do Rio Grande do Sul, comparando os resultados obtidos com os parâmetros estabelecidos pela Normativa Interna do Frigorífico SAI-151-00, e propor um novo layout com gaiolas estáticas para os túneis, apresentando o custo orçamentário total para a implantação das possíveis mudanças no layout.

No contexto das grandes áreas de Engenharia de Produção, estabelecidas pela Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO, 2008), o estudo enquadra-se na Área de Engenharia de Operações e Processos de Produção, Subárea de Projeto de Fábrica e de Instalações Industriais.

2. Projeto de layout industrial

Define-se layout o arranjo físico de equipamentos, destinado a melhor utilização do espaço disponível em um ambiente, resultando no processamento efetivo de bens ou serviços (TOLEDO, 2004). De acordo com Slack et al. (1996), no projeto de layout de uma operação corporativa são decididas onde as instalações, máquinas, equipamentos e pessoal da produção serão distribuídos.

2.1 Tipos de layout

A Figura 1 apresenta os principais tipos de layout existentes e suas respectivas definições, conforme a concepção de diferentes autores.

Segundo Camarotto (2006), um fator complementar para escolha de um tipo de layout é a movimentação dos fatores de produção que concorrem ao fluxo da manufatura, sendo classificada em:

- i. Movimentação dos materiais: os materiais se deslocam entre postos de trabalho e, neste deslocamento, sofrem as alterações que os processos produtivos ocasionam na peça para a obtenção do produto acabado;
- ii. Movimentação da mão-de-obra: o homem se desloca de posto de trabalho, onde em cada posto executa uma operação;
- iii. Movimentação dos equipamentos: os equipamentos se deslocam para produzir a operação, percorrendo vários postos de trabalho;
- iv. Movimentação da mão-de-obra e dos materiais: ambos se movimentam como é o caso das linhas de montagem, por exemplo, quando o homem e os materiais se deslocam simultaneamente;
- v. Movimentação dos materiais e dos equipamentos: o homem recebe os materiais e os equipamentos, em que se deslocam para o posto de trabalho, como na construção civil em que o concreto se direciona até a obra, com auxílio de uma betoneira;

- vi. Movimentação da mão-de-obra e dos equipamentos: os materiais permanecem fixos, recebendo a ação combinada dos outros dois fatores de produção. Nas obras de pavimentação existem vários exemplos desse tipo de movimentação; e,
- vii. Movimentação de mão-de-obra, equipamentos e materiais: essas movimentações são bastante raras, pois, normalmente, não é necessária uma movimentação conjunta.

Autores	Tipos de Layout	Definições
Slack <i>et al.</i> (1996)	<i>Layout</i> Posicional	Indicados para os produtos muito grandes que possuem problemas para serem movimentados.
	<i>Layout</i> por Processo	As necessidades e conveniências dos recursos transformadores que constituem o processo na operação denominam a decisão sobre o arranjo físico.
	<i>Layout</i> Celular	Indicados para os produtos pré-selecionados para movimentar-se para uma parte específica da operação (ou célula) onde cada uma se encontra com sua necessidade.
	<i>Layout</i> por Produto	Localiza os recursos produtivos transformadores inteiramente segundo a melhor conveniência do recurso que está sendo transformado.
Gaither e Frazier (2002); Martins e Laugeni (1998)	<i>Layout</i> Posicional (ou por posição Física)	É usado quando um produto é volumoso, grande, pesado ou frágil, além disso, minimiza a quantidade necessária de movimentos do produto.
	<i>Layout</i> por Processo	É usual em organizações que produzem uma variedade de produtos personalizados em lotes relativamente pequenos.
	<i>Layout</i> Celular	Cada célula é constituída para produzir uma única família de peças (todas com características comuns que requerem o mesmo tipo de máquina e configurações similares).
	<i>Layout</i> por Produto	É projetado para acomodar alguns projetos de produto e para permitir um fluxo linear de materiais ao longo da localidade onde esses produtos estão.
Camarotto (2006)	<i>Layout</i> Posicional	É caracterizado por um arranjo espacial onde o material a ser trabalhado (peça, parte ou item) permanece parado enquanto que os operadores e os equipamentos se movimentam ao seu redor.
	<i>Layout</i> Funcional	É característico deste tipo de arranjo o agrupamentos de máquinas semelhantes formando departamentos ou setores de processos com nomenclatura bastante comum nas fábricas.
	<i>Layout</i> Linear	A disposição dos postos de trabalho obedece a sequência do processamento do produto, formando agrupamentos de equipamentos e atividades distintas entre si, mantendo em comum o processamento sequencial de partes de um produto.
Lustosa <i>et al.</i> (2011)	<i>Layout</i> por Produto	É o serviço executado em série, ou seja, a mesma sequência de operações se aplica de forma repetitiva em grandes volumes.
	<i>Layout</i> por Processo	Conhecido também como <i>layout</i> funcional, em que os recursos são organizados de acordo com a função que exercem no processo produtivo.
	<i>Layout</i> Posicional	É aquele no qual o cliente não se movimenta ao longo do processo produtivo.

Figura 1. Tipos de layout e suas respectivas definições. Fonte: Elaborada pelos autores.

2.2 Processo de desenvolvimento de um layout

Para o desenvolvimento de um projeto de *layout* são necessárias algumas informações inerentes ao processo, aos materiais e aos equipamentos (CAMAROTTO, 2006). Tais informações são apresentadas na Figura 2.

Camarotto (2006) relata que existem três etapas para o desenvolvimento de um *layout*, sendo elas:

- i. Dimensionamento dos fatores de produção: tem-se a primeira ideia sobre a superfície plana a ser ocupada pela planta, sem qualquer ideia sobre o formato final da fábrica;
- ii. Relacionamentos dos fatores de produção: serão elaboradas análises e tomadas de decisões sobre espaço de circulação entre setores produtivos e de apoio, além das modificações de processos, e;
- iii. Detalhamento do layout: envolve a especificação de todos os elementos que irão contribuir para o funcionamento da indústria.

Informações gerais	Informações detalhadas
Informações gerais sobre a empresa	Tamanho e Produto; Nível de Produção atual e futuro; Terrenos e capital envolvido; e, Tipos de matéria prima e condições gerais do processo.
Informações sobre o produto	Características físicas e geométricas; Manipulação e armazenamento; Condições de qualidade; e, Partes componentes.
Informações sobre o processo	Diagramas de operação e montagem; Roteiros de produção (<i>work sheets</i>) e tempos de operação; Estoques e transportes; e, Outras informações.
Informações sobre pessoas e serviços auxiliares	Pessoal necessário; e, Serviços administrativos e auxiliares.
Informações sobre equipamentos	Lista completa de equipamentos e <i>templates</i> ; Características de operação; e, Custo de equipamentos.
Informações gerais financeiros	Preço final do produto; Estrutura de custos; e, Preço do terreno e custo de urbanização e construção.

Figura 2. Informações necessárias para o desenvolvimento de layout. Fonte: Adaptada de Camarotto (2006)

3. Metodologia

Para a realização de pesquisas na área de mudanças de layout utilizou-se o método de abordagem qualitativo, enquanto que na análise estatísticas dos resultados e determinação de custo orçamentário referente ao novo layout, empregou-se o método quantitativo.

A pesquisa classifica-se quanto aos fins, como descritiva, pois a partir dos estudos apresentou-se uma nova proposta de layout. Metodológica, pois foram utilizados os procedimentos adaptados de Vieira (2007), para realizar as medições de temperatura nas caixas e de Camarotto (2006), para propor um novo layout. Classifica-se também como pesquisa aplicada por ter a finalidade de resolver problemas de congelamento das linguças suínas no frigorífico estudado. Quanto aos meios, a pesquisa classifica-se como pesquisa de campo, por ser desenvolvida nas dependências do frigorífico, pesquisa bibliográfica, pelo uso de informações publicadas em materiais impresso, pesquisa digital e estudo de caso, pois uma abordagem teórica pôde ser aplicada em um contexto real.

Para a realização das coletas de temperatura foi utilizado um termômetro digital para baixas temperaturas com espeto e cabo blindado – Incoterm, sendo os dados coletados processados em *Softwares* como *Microsoft Visio* e *Excel*.

Foram realizadas medidas de temperatura nas caixas de linguças, nos túneis de congelamento contínuo 1 e 2. Cada túnel possui cinco trilhos com vinte gaiolas, em que adaptando o estudo de Vieira (2007) foram analisadas as temperaturas nos dez trilhos, em gaiolas enumeradas (1ª,

10^a e 20^a), em que foram retiradas três caixas por gaiola (na parte superior, na parte central e na parte inferior) e, em seguida, avaliadas as temperaturas em dez pontos distintos, como apresentado no modelo de preenchimento na Figura 3.

	Trilho:			Data e Hora de Entrada: 00h00min					
	Data e Hora de Saída: 00h00min			Duração no Túnel: 00h00min					
	Gaiola 1 – Posição 1 ^a			Gaiola 2 – Posição 10 ^a			Gaiola 3 – Posição 20 ^a		
	Superior (°C)	Centro (°C)	Inferior (°C)	Superior (°C)	Centro (°C)	Inferior (°C)	Superior (°C)	Centro (°C)	Inferior (°C)
Lado Maior 1									
Lado Maior 2									
Lado Menor 1									
Lado Menor 2									
Centro 1									
Centro 2									
Lateral 1									
Lateral 2									
Lateral 3									
Lateral 4									

Figura 3. Modelo proposto para coletas de temperaturas nos túneis de congelamento contínuo. Fonte: Elaborada pelos autores.

Posteriormente, os dados coletados foram devidamente analisados, e comparados à Normativa Interna do Frigorífico SAI-151-00, visando identificar possíveis pontos com temperaturas inadequadas, nos túneis de congelamento contínuo. Foi também desenvolvido um novo layout adaptando a metodologia de Camarotto (2006), e conforme os critérios estabelecidos pela Norma Regulamentadora NR-31, do Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL, 2005).

Por fim, desenvolveu-se uma avaliação orçamentária, tendo como base a metodologia de Araújo (2010) em conjunto com o setor de Manutenção e Assessoria Industrial do Frigorífico, fornecendo o custo total para implantação do novo layout e o tempo necessário para a quitação deste custo.

4. Revisão de literatura

A revisão de literatura focou-se na busca por trabalhos científicos que tratam de propostas ou mudanças de layout em diversas empresas. A busca por esses trabalhos procedeu-se em anais de eventos e periódico de Engenharia de Produção, teses e dissertações. O período dos trabalhos consultados corresponde entre os anos de 2006 a 2013.

Tortorella (2006) desenvolveu em sua dissertação, um estudo com o objetivo de utilizar ferramentas de apoio à decisão multicritério em sistemáticas de planejamento de layout, sendo empregado neste estudo a metodologia de análise de multicritério na seleção de alternativas de layout, visando aumentar o parque fabril de uma empresa do setor automotivo, de modo a incorporar novos equipamentos e otimizar o fluxo de materiais. Com a realização do trabalho, foram desenvolvidas nove alternativas de macro-layout diferentes, e avaliada a melhor, em relação aos critérios de avaliação estabelecidos pelo autor.

Silva (2009) desenvolveu em sua tese um modelo de arranjo físico de fácil utilização, de modo a auxiliar as pessoas envolvidas em projetos de layout. Tal modelo emprega ferramentas e conceitos da produção enxuta, e incorpora a metodologia de implantação do arranjo físico projetado em situações com a fábrica em funcionamento, apresentando ainda, uma metodologia de projeto de layout industrial, denominada de 3P Kaizen, desenvolvida pela Toyota Motors e utilizada em situações de projeto de novas fábricas ou de novas linhas de produção.

Soares et al. (2011) apresentaram em seu estudo uma proposta de simulação computacional da reestruturação de um layout celular, com a finalidade de avaliar a redução de estoques em processo, o aumento da produtividade, a redução do lead time e a adequação da mão-de-obra na célula de produção. A principal contribuição da utilização da simulação neste estudo consistiu em melhorias no desempenho da célula de manufatura, em função da aplicação dos conceitos do Sistema Toyota de Produção, como a redução da ociosidade dos operadores, redução do WIP (*work-in-process*) e aumento da produtividade. Neste estudo, os problemas identificados foram observados e entendidos por meio de uma técnica de simulação, permitindo uma compreensão sistêmica do objeto de estudo como um todo.

Fernandes, Strapazzon e Carvalho (2013) desenvolveram um estudo que visou demonstrar pequenas alterações em um layout, ampliando assim, as possibilidades de utilização dos espaços da indústria, implementando uma sequência lógica de produção, o que implicou na resolução de problemas, como a redução de tempo demandado para o deslocamento de peças e beneficiando o processo de produção.

5. Resultados e discussões

No Frigorífico estudado são abatidos, em média, 1.675 suínos por dia. As operações e processos realizados no Frigorífico correspondem ao abate e à industrialização de produtos cárneos, como salgados, presuntos, temperados, banha, embutidos cozidos, salames curados, linguiças frescas, bacon defumado e tripas. Em especial, as linguiças são produzidas na área de triparia, e ao término deste processo, são embaladas a vácuo e encaminhadas para as gaiolas contínuas, demonstradas pela Figura 4.

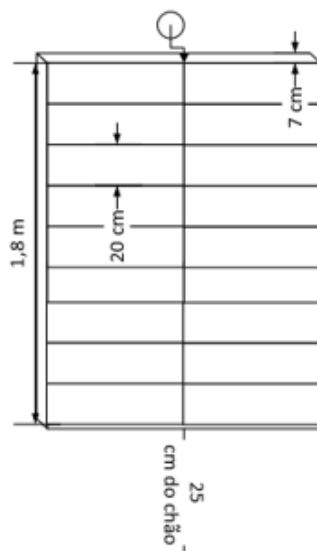


Figura 4. Representação de gaiola contínua para o congelamento. Fonte: Elaborada pelos autores.

Ao estarem preenchidas com as 18 caixas contendo 10 kg de linguiça, as gaiolas são submetidas aos túneis de congelamento contínuo, como apresentado na Figura 5. Cada um dos 10 trilhos contém vinte gaiolas.

De acordo com a Normativa Interna do Frigorífico (SAI-151-00), de 27 de setembro de 2010, as linguiças congeladas devem ser retiradas dos túneis com temperatura máxima de -12 °C. Caso as amostras de temperatura, coletadas ao final dos túneis, não atendam essa Norma, o controle da qualidade sequestra o produto e o mesmo retorna para os túneis, onde se realiza retrabalho.

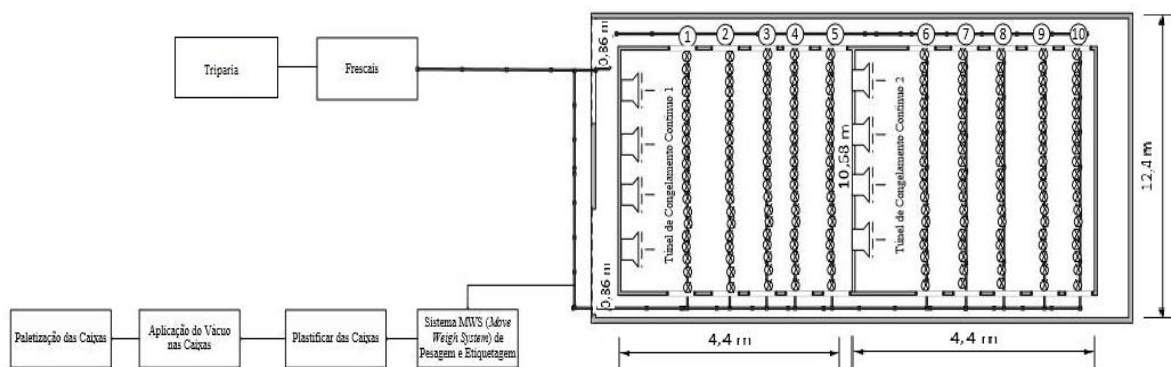


Figura 5. Representação do funcionamento dos túneis de congelamento contínuo. Fonte: Elaborada pelos autores.

O funcionamento dos túneis de congelamento contínuo 1 e 2 ocorre por meio de quatro ventiladores de congelamento, em cada túnel, sendo responsáveis por alimentar a baixa temperatura de -35°C dos 5 trilhos por túnel. Conforme o trilho é esvaziado, as caixas contendo linguixas são levadas para o Sistema MWS (*Move Weigh System*) de Pesagem e Etiquetagem, e outro operador repõe as gaiolas nos trilhos, sucedendo a paletização e expedição dos produtos.

5.1. Avaliação de temperatura nos túneis de congelamento

A análise de temperatura foi realizada em diferentes pontos dos trilhos, nos túneis de congelamento contínuo 1 e 2, a partir da aplicação baseada na metodologia de Vieira (2007) (Figura 6). Os dados obtidos em cada um dos trilhos estão dispostos no Apêndice A.

Trilhos	Análises das temperaturas
1	Não apresentou disfunções de temperatura por permanecer abaixo dos ventiladores durante 23h30min, porém apresentou camadas de gelo sobrepostas nas caixas.
2	Apresentou temperaturas abaixo da Norma interna do Frigorífico, na 10ª e 20ª gaiola, pelo tempo de congelamento ser menor que a 1ª e não circular corretamente as correntes de ar frio.
3	Não atendeu a Norma interna do Frigorífico em alguns pontos nas gaiolas 10ª e 20ª, por serem as últimas dispostas nos túneis.
4	Não apresentou disfunções de temperatura.
5	Não apresentou disfunções de temperatura, porém apresentou camadas de gelo sobrepostas nas caixas.
6	Apresentou disfunções de temperatura em todas as gaiolas avaliadas, pelo baixo tempo de congelamento de 10h10min.
7	Todas as gaiolas avaliadas apresentaram disfunções, por ser um trilho que não adquiriu a temperatura adequada do túnel.
8	A 20ª gaiola não atendeu a temperatura, devido o tempo de congelamento ser menor que as outras de 10h40min.
9	Não apresentou disfunções de temperatura.
10	A 10ª gaiola apresentou disfunções, em decorrência do baixo tempo de congelamento de 13h30min.

Figura 6. Análises conclusivas das possíveis causas relacionadas aos problemas de temperatura. Fonte: Elaborada pelos autores.

Avaliando a Figura 6, observa-se que os trilhos 2, 6, 7, 8 e 10, respectivamente, apresentaram disfunções em relação às temperaturas coletadas, não se adequando a Norma Interna do Frigorífico. Já nos trilhos 1 e 5 ocorrem problemas relacionados à formação em excesso de gelo nas caixas de linguixa, devido essas caixas estarem situadas abaixo dos ventiladores, o que exige retrabalho para retirada do excesso de gelo. Sendo assim, com as análises desenvolvidas, notou-se a necessidade de desenvolver um novo *layout*.

5.2. Reestruturação de layout no Frigorífico

De acordo com a NR-31, do Ministério do Trabalho e Emprego, de 03 de março de 2005, as embalagens acondicionadas nas gaiolas para congelamento devem ser dispostas de tal forma que as pilhas fiquem afastadas 50 cm das paredes, 50 cm do piso e 1 m do teto ou sistema de iluminação. Deste modo, conforme constatado, muitas das gaiolas avaliadas não estão atendendo a NR- 31, pois estão situadas a 25 cm do chão. Além disso, a capacidade dos túneis

que é de 40 mil caixas por dia está excedendo para 52 mil caixas por dia, o que implica na obtenção de temperaturas inadequadas para o congelamento das linguças, e exige a elaboração e implantação de um novo *layout*. Inicialmente, para resolver tais problemas, desenvolveu-se uma gaiola estática, em formato de *Hack*, onde a mesma, por estar imóvel, perde o calor com maior facilidade. A Figura 7 ilustra essa gaiola estática.

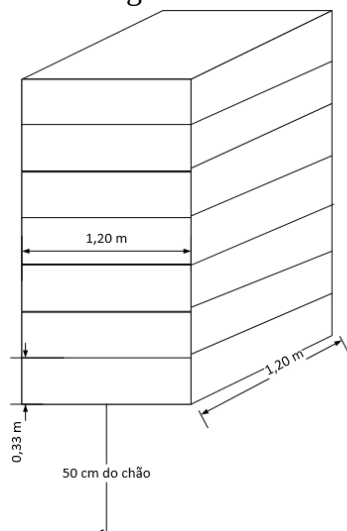


Figura 7. Representação de gaiola estática em formato de *Hack*. Fonte: Elaborada pelos autores.

A gaiola estática apresentada na Figura 7 atende às dimensões estabelecidas pela NR-31, e comporta 84 caixas por gaiola, distribuídas em sete andares, suprimindo assim, a capacidade produtiva atual do frigorífico. Tais gaiolas podem ser comportadas no novo *layout* proposto, (Figura 8).

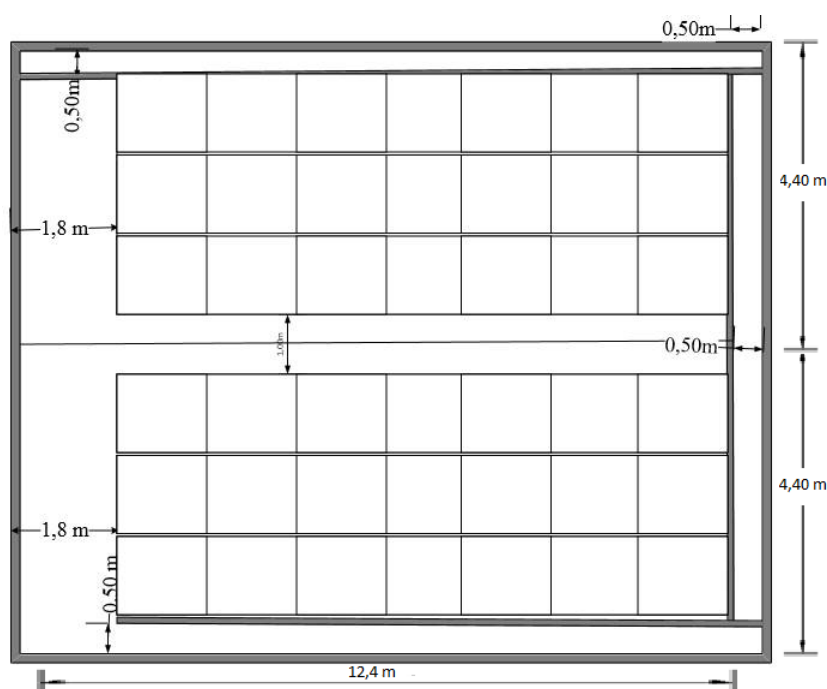


Figura 8. Proposta de um novo *layout*. Fonte: Elaborada pelos autores.

O novo *layout* apresenta uma capacidade média de 70.560 kg de linguças por dia, isto é, corresponde a duas vezes a capacidade atual nos túneis de congelamento contínuo.

5.3. Avaliação orçamentária do novo *layout*

Para tentar tornar possível a mudança do novo *layout* desenvolveu-se uma avaliação orçamentária, tendo como base a metodologia de Araújo (2010).

Inicialmente, desenvolveu-se um orçamento em conjunto com o setor de Manutenção do Frigorífico, avaliando os custos necessários para aplicar a nova proposta de layout, como apresentado na Figura 9.

Material requerido	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
42 Gaiolas Galvanizadas a fogo fabricado em perfil U chapa com capacidade de 84 caixas de 10 kg de 7 andares.	3.500,00	147.000,00
1 Empilhadeira Elétrica tracionaria Pt 1616 Palettrans com capacidade de 1600 kg com elevação de 1600 mm.	21.360,00	21.360,00
Retirar as gaiolas contínuas dos túneis.	12.500,00	12.500,00
Reformas dos túneis para capacidade das novas gaiolas estáticas.	26.200,00	26.200,00
Total (R\$)		207.060,00

Figura 9. Proposta de orçamento para aplicação do novo layout. Fonte: Elaborada pelos autores.

A partir do levantamento apresentado na Figura 9, determinou-se o custo total necessário para desenvolver o novo layout, correspondendo a R\$ 207.060,00.

Na sequência, realizou-se um levantamento em conjunto com a Assessoria Industrial do Frigorífico para avaliar em quanto tempo o custo orçamentário seria quitado, considerando a venda de linguiças suínas (embalagem de 1 kg), conforme apresenta a Figura 10.

Produto dos Frescais	Lucro da Venda (R\$)	Produtividade/dia (kg)	Lucro total/dia (R\$)
Linguiça Suína 1 kg	2,27	13.200	29.964,00

Figura 10. Proposta de orçamento para quitação dos custos com o novo layout. Fonte: Elaborada pelos autores. Com a análise da Figura 10, foi possível perceber que em menos de sete dias de trabalho, no setor de produtos frescos, o custo total com o novo layout será quitado.

6. Considerações finais

Com a realização do estudo foi possível perceber que os túneis de congelamento são responsáveis por um dos gargalos da empresa. Tendo como base as análises de temperaturas, conclui-se que existem pontos nos túneis que não estão conforme a Normativa Interna do Frigorífico SAI-151-00. Sendo assim, um dos problemas é a necessidade de retrabalho para o setor de Frescos, justamente devido a temperatura inadequada de congelamento.

A partir do novo layout pode-se constatar que a capacidade dos túneis poderão aumentar, permitindo que a demanda pelos produtos seja atendida, sendo possível congelar diariamente 70.560 kg de linguiças.

Foi realizado um orçamento para o novo layout, que será quitado em menos de sete dias de produção e venda de linguiças (embalagem contendo 1 kg)

Também foram propostas algumas melhorias nos túneis de congelamento contínuo, como: criar aberturas nas laterais das caixas, visando aumentar o acesso do ar frio ao produto em si e, consequentemente, garantir o adequado congelamento dos produtos, e; utilizar cortinas de ar frio na entrada e saída dos túneis, de modo a manter a temperatura interna dos mesmos.

Referências

ABEPRO – Associação Brasileira de Engenharia de Produção. *Áreas e Subáreas de Engenharia de Produção*, Rio de Janeiro, 2008.

ARAÚJO, D. F. *Análise da Viabilidade Econômica de novos projetos*. Monografia de Conclusão de Curso, Rio de Janeiro: Universidade de Candido Mendes, 2010.

CAMAROTTO, J. A. *Projeto de Unidades Produtivas* – Apostila. UFSCar – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos: Departamento de Engenharia de Produção, 2006.

FERNANDES, G; STRAPAZZON, R; CARVALHO, A. D. P. *Layout de empresas e seus benefícios*. Salvador: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2013.

GAITHER, N; FRAZIER, G. *Administração da Produção e Operações*. 8ª ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

GOMES, M. F. M. *As cadeias agroindustriais da carne*. In: BDMG (Org.). São Paulo: Editora BDMG, 2002.

LUSTOSA, L; MESQUISA, M. A; QUELHAS, O; OLIVEIRA, R. J. *Planejamento e Controle da Produção*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

MARTINS, F. P; LAUGENI, P. G. *Administração da Produção*. São Paulo: Saraiva, 2005.

MTE - Ministério do trabalho e emprego. NR 31 - *Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária, Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura*. Portaria n. 86 de 03 de março de 2005. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2005.

Normativa SAI-151-00, de 27 de setembro de 2012. *Estabelece os procedimentos e padrões de embalagem, congelamento e estocagem dos produtos no Frigorífico Aurora Erechim II*. Erechim, RS. Revisado em 03 de novembro de 2014.

SALVADOR, F. *Projeto de um sistema de refrigeração industrial com “set point” variável*. Dissertação de Mestrado, São Paulo: Universidade de São Paulo, 2009.

SILVA, A. L. *Desenvolvimento de um modelo de análise e projeto de layout industrial orientado para a produção enxuta*. Tese de Doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos: Universidade de São Paulo, 2009.

SLACK, N; CHAMBERS, S; HARLAND, C; HARRION, A; JOHNSTON, R. *Administração da Produção*. 1ª edição. São Paulo: Atlas, 1996.

SOARES, J. P. M; LEMOS, F. O; ARAÚJO, C. L. K; HANSEN, P. B. *A contribuição da simulação computacional para a análise sistêmica da reestruturação de layout e otimização de recursos na manufatura celular: estudo de caso em uma célula de uma empresa do ramo automotivo*. *Produto & Produção*. Porto Alegre/RS, v. 12, n. 3, p. 49-68, 2011.

TOLEDO, I. B. JR. *Layout: Arranjo Físico*. 8ª Edição. Mogi das Cruzes: O&M Itys Fides, 2004.

TORTORELLA, G. L. *Sistemática para Orientação do Planejamento de Layout com apoio de análise de decisão multicritério*. Dissertação de Mestrado, Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2006.

VIEIRA, E. T. T. *Influência do processo de congelamento na qualidade do peito de frango*. Dissertação de Mestrado, Erechim: Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai, 2007.

APÊNDICE A

Trilho: 1									
Data e Hora de Entrada: 04/11 às 15h00min									
Data e Hora de Saída: 05/10 às 14h00min									
Tempo no Túnel: 23h00min									
	Gaiola 1 – Posição 1ª			Gaiola 2 – Posição 10ª			Gaiola 3 – Posição 20ª		
	Superior (°C)	Centro (°C)	Inferior (°C)	Superior (°C)	Centro (°C)	Inferior (°C)	Superior (°C)	Centro (°C)	Inferior (°C)
Lado Maior 1	-21,7	-19,9	-19,5	-19,2	-19,0	-21,4	-15,6	-13,6	-17,0
Lado Maior 2	-21,9	-19,4	-19,8	-18,6	-17,2	-19,9	-16,2	-14,4	-17,4
Lado Menor 1	-21,4	-21,9	-21,5	-20,3	-19,0	-21,3	-16,3	-14,6	-17,8
Lado Menor 2	-21,5	-18,9	-18,0	-18,3	-18,4	-19,7	-15,4	-15,0	-17,9
Centro 1	-18,3	-21,0	-22,9	-21,4	-18,8	-21,4	-15,7	-13,0	-16,6
Centro 2	-21,6	-20,1	-23,4	-19,1	-18,4	-21,2	-15,3	-13,4	-17,4
Lateral 1	-21,8	-19,8	-24,2	-18,0	-18,1	-21,7	-15,6	-16,0	-18,9
Lateral 2	-18,0	-20,8	-22,8	-18,2	-18,5	-21,0	-15,8	-16,0	-18,4
Lateral 3	-20,7	-20,2	-22,3	-19,4	-18,3	-21,4	-16,9	-14,0	-17,6
Lateral 4	-20,3	-18,6	-22,3	-19,9	-19,1	-21,6	-17,3	-14,9	-18,2

Figura 11. Medidas de temperatura referentes ao trilho 1. Fonte: Elaborada pelos autores.

Trilho: 2									
Data e Hora de Entrada: 22/10 às 17h10min									
Data e Hora de Saída: 23/10 às 14h10min									
Tempo no Túnel: 21h00min									
	Gaiola 1 – Posição 1ª			Gaiola 2 – Posição 10ª			Gaiola 3 – Posição 20ª		
	Superior (°C)	Centro (°C)	Inferior (°C)	Superior (°C)	Centro (°C)	Inferior (°C)	Superior (°C)	Centro (°C)	Inferior (°C)
Lado Maior 1	-16,1	-18,3	-20,2	-7,2	-6,9	-6,2	-9,4	-6,7	-10,0
Lado Maior 2	-17,6	-16,4	-19,1	-5,4	-5,0	-9,3	-12,1	-7,6	-10,3
Lado Menor 1	-18,5	-19,0	-20,2	-8,4	-6,0	-8,0	-12,1	-6,1	-12,2
Lado Menor 2	-15,4	-14,9	-16,4	-9,2	-6,6	-9,5	-12,9	-5,8	-10,6
Centro 1	-18,6	-17,5	-18,3	-6,3	-5,0	-4,5	-11,2	-5,1	-7,3
Centro 2	-17,2	-18,7	-20,0	-6,3	-4,0	-6,1	-9,0	-4,0	-10,0
Lateral 1	-17,1	-18,5	-21,0	-10,0	-8,1	-11,5	-13,4	-9,7	-11,0
Lateral 2	-19,4	-17,4	-19,4	-10,0	-7,4	-9,2	-12,4	-9,0	-10,5
Lateral 3	-19,1	-17,5	-19,5	-7,5	-7,0	-10,1	-11,3	-7,0	-12,7
Lateral 4	-17,9	-16,6	-19,2	-10,0	-11,1	-12,9	-13,1	-7,6	-12,5

Figura 12. Medidas de temperatura referentes ao trilho 2. Fonte: Elaborada pelos autores.

Trilho: 3									
Data e Hora de Entrada: 22/10 às 16h25min									
Data e Hora de Saída: 23/10 às 13h15min									
Tempo no Túnel: 21h40min									
	Gaiola 1 – Posição 1ª			Gaiola 2 – Posição 10ª			Gaiola 3 – Posição 20ª		
	Superior (°C)	Centro (°C)	Inferior (°C)	Superior (°C)	Centro (°C)	Inferior (°C)	Superior (°C)	Centro (°C)	Inferior (°C)
Lado Maior 1	-16,1	-16,9	-6,5	-14,5	-7,6	-14,0	-13,0	-12,0	-11,3
Lado Maior 2	-16,5	-13,0	-3,1	-15,5	-15,3	-14,3	-12,3	-13,3	-15,9
Lado Menor 1	-13,5	-12,4	-16,4	-15,4	-6,3	-18,0	-14,8	-15,6	-12,3
Lado Menor 2	-11,6	-12,4	-17,1	-17,1	-12,3	-13,7	-12,8	-13,4	-9,0
Centro 1	-17,5	-14,3	-11,5	-14,4	-15,3	-10,7	-10,7	-13,5	-20,7
Centro 2	-24,5	-13,4	-12,1	-16,0	-9,0	-9,0	-6,2	-13,4	-20,0
Lateral 1	-15,6	-18,4	-14,3	-15,1	-13,0	-16,2	-11,5	-14,5	-20,3
Lateral 2	-17,3	-12,0	-10,7	-17,3	-13,9	-17,3	-15,6	-12,4	-13,6
Lateral 3	-15,3	-15,3	-7,3	-17,3	-14,6	-16,8	-11,0	-14,7	-16,4
Lateral 4	-23,9	-13,1	-16,1	-14,3	-13,9	-13,9	-14,4	-13,8	-16,1

Figura 13. Medidas de temperatura referentes ao trilho 3. Fonte: Elaborada pelos autores.

Trilho: 4									
Data e Hora de Entrada: 28/10 às 13h10min									
Data e Hora de Saída: 29/10 às 09h10min									
Tempo no Túnel: 19h20min									
	Gaiola 1 – Posição 1ª			Gaiola 2 – Posição 10ª			Gaiola 3 – Posição 20ª		
	Superior (°C)	Centro (°C)	Inferior (°C)	Superior (°C)	Centro (°C)	Inferior (°C)	Superior (°C)	Centro (°C)	Inferior (°C)
Lado Maior 1	-20,6	-16,0	-17,4	-16,9	-13,0	-14,0	-16,2	-12,2	-14,0
Lado Maior 2	-19,0	-14,5	-12,4	-14,0	-11,3	-16,0	-14,1	-12,0	-14,0
Lado Menor 1	-15,5	-16,0	-14,0	-18,4	-16,3	-15,9	-18,5	-13,5	-15,3
Lado Menor 2	-18,3	-15,3	-15,6	-16,4	-12,0	-12,0	-14,6	-13,2	-15,4
Centro 1	-19,7	-18,1	-22,0	-18,3	-12,5	-17,0	-14,0	-12,8	-13,9
Centro 2	-19,7	-16,2	-19,0	-18,0	-14,6	-17,0	-17,1	-10,8	-15,6
Lateral 1	-20,2	-17,3	-18,3	-18,0	-13,2	-17,6	-14,9	-14,0	-16,3
Lateral 2	-18,2	-16,0	-16,6	-19,9	-13,9	-19,0	-16,0	-15,4	-16,0
Lateral 3	-18,3	-17,5	-18,9	-19,4	-15,9	-18,0	-16,0	-14,7	-14,0
Lateral 4	-19,9	-18,0	-19,0	-17,3	-17,3	-18,0	-15,5	-12,8	-15,3

Figura 14. Medidas de temperatura referentes ao trilho 4. Fonte: Elaborada pelos autores.

Trilho: 5									
Data e Hora de Entrada: 09/11 às 11h50min									
Data e Hora de Saída: 10/11 às 04h00min									
Tempo no Túnel: 15h50min									
	Gaiola 1 – Posição 1ª			Gaiola 2 – Posição 10ª			Gaiola 3 – Posição 20ª		
	Superior (°C)	Centro (°C)	Inferior (°C)	Superior (°C)	Centro (°C)	Inferior (°C)	Superior (°C)	Centro (°C)	Inferior (°C)
Lado Maior 1	-17,0	-18,3	-17,8	-18,4	-15,4	-16,6	-19,4	-13,9	-17,3
Lado Maior 2	-18,2	-15,3	-12,3	-18,7	-15,6	-15,2	-19,2	-15,1	-16,9
Lado Menor 1	-17,6	-14,9	-18,2	-19,1	-15,0	-16,4	-18,5	-14,0	-17,2
Lado Menor 2	-18,1	-12,9	-13,8	-18,9	-18,4	-14,8	-20,1	-13,2	-16,8
Centro 1	-20,9	-16,0	-15,6	-19,9	-16,8	-16,3	-20,0	-12,5	-16,4
Centro 2	-19,4	-20,0	-19,8	-19,1	-17,1	-15,8	-19,9	-12,9	-18,0
Lateral 1	-18,8	-16,4	-20,3	-19,3	-16,1	-16,2	-18,3	-13,0	-18,1
Lateral 2	-17,9	-20,0	-20,7	-18,4	-17,2	-14,8	-17,9	-12,7	-17,6
Lateral 3	-16,0	-20,0	-20,0	-19,5	-16,7	-15,3	-19,2	-12,8	-17,2
Lateral 4	-14,7	-12,4	-22,0	-19,2	-16,9	-16,1	-18,4	-12,7	-18,1

Figura 15. Medidas de temperatura referentes ao trilho 5. Fonte: Elaborada pelos autores.

Trilho: 6									
Data e Hora de Entrada: 11/11 às 05h30min									
Data e Hora de Saída: 11/11 às 15h40min									
Tempo no Túnel: 10h10min									
	Gaiola 1 – Posição 1ª			Gaiola 2 – Posição 10ª			Gaiola 3 – Posição 20ª		
	Superior (°C)	Centro (°C)	Inferior (°C)	Superior (°C)	Centro (°C)	Inferior (°C)	Superior (°C)	Centro (°C)	Inferior (°C)
Lado Maior 1	-9,3	-6,3	-11,2	-15,3	-11,6	-9,1	-13,6	-13,4	-6,0
Lado Maior 2	-13,2	-7,4	-7,0	-14,3	-10,2	-16,3	-13,1	-14,2	-11,3
Lado Menor 1	-13,6	-5,6	-15,3	-15,6	-6,3	-14,0	-13,6	-15,8	-14,8
Lado Menor 2	-9,2	-7,1	-24,4	-13,2	-9,0	-16,1	-9,8	-4,0	-15,2
Centro 1	-3,4	-6,4	-22,6	-5,7	-8,0	-11,3	-10,8	-4,1	-7,0
Centro 2	-6,7	-7,5	-10,8	-10,2	-5,0	-13,0	-11,7	-13,6	-10,7
Lateral 1	-18,5	-17,8	-7,9	-18,5	-14,8	-21,9	-12,6	-16,3	-18,3
Lateral 2	-17,2	-19,7	-12,4	-19,3	-16,1	-23,8	-13,7	-15,3	-15,2
Lateral 3	-15,7	-21,1	-11,7	-20,0	-18,7	-19,6	-15,2	-15,4	-14,6
Lateral 4	-16,2	-20,6	-13,1	-21,2	-15,3	-18,9	-14,4	-15,6	-13,4

Figura 16. Medidas de temperatura referentes ao trilho 6. Fonte: Elaborada pelos autores.

	Trilho: 7								
	Data e Hora de Entrada: 26/10 às 07h15min								
	Data e Hora de Saída: 27/10 às 07h20min Tempo no Túnel: 24h05min								
	Gaiola 1 – Posição 1ª			Gaiola 2 – Posição 10ª			Gaiola 3 – Posição 20ª		
	Superior (°C)	Centro (°C)	Inferior (°C)	Superior (°C)	Centro (°C)	Inferior (°C)	Superior (°C)	Centro (°C)	Inferior (°C)
Lado Maior 1	-16,1	-16,9	-6,5	-14,5	-7,6	-14,0	-13,0	-12,0	-11,3
Lado Maior 2	-16,5	-13,0	-3,1	-15,5	-15,3	-14,3	-12,3	-13,3	-15,9
Lado Menor 1	-13,5	-12,4	-16,4	-15,4	-6,3	-18,0	-14,8	-15,6	-12,3
Lado Menor 2	-11,6	-12,4	-17,1	-17,1	-12,3	-13,7	-12,8	-13,4	-9,0
Centro 1	-17,5	-14,3	-11,5	-14,1	-15,3	-10,7	-10,7	-13,5	-20,7
Centro 2	-24,5	-13,4	-12,1	-16,0	-9,0	-9,0	-6,2	-13,4	-20,0
Lateral 1	-15,6	-18,4	-14,3	-15,1	-13,0	-16,2	-11,5	-14,5	-20,3
Lateral 2	-17,3	-12,0	-10,7	-17,3	-13,9	-17,3	-15,6	-12,4	-13,6
Lateral 3	-15,3	-15,3	-7,3	-17,3	-14,6	-16,8	-11,0	-14,7	-16,4
Lateral 4	-23,9	-13,1	-16,1	-14,3	-13,3	-13,9	-14,4	-13,8	-16,1

Figura 17. Medidas de temperatura referentes ao trilho 7. Fonte: Elaborada pelos autores.

	Trilho: 8								
	Data e Hora de Entrada: 28/10 às 21h10min								
	Data e Hora de Saída: 29/10 às 08h30min Tempo no Túnel: 10h40min								
	Gaiola 1 – Posição 1ª			Gaiola 2 – Posição 10ª			Gaiola 3 – Posição 20ª		
	Superior (°C)	Centro (°C)	Inferior (°C)	Superior (°C)	Centro (°C)	Inferior (°C)	Superior (°C)	Centro (°C)	Inferior (°C)
Lado Maior 1	-17,7	-19,5	-18,3	-17,2	-17,2	-18,0	-6,6	-8,2	-8,6
Lado Maior 2	-16,3	-13,6	-14,6	-13,3	-12,8	-16,0	-4,6	-7,3	-9,0
Lado Menor 1	-18,0	-18,1	-20,4	-17,6	-16,2	-16,3	-3,1	-10,0	-6,0
Lado Menor 2	-17,8	-19,0	-19,4	-16,2	-14,7	-18,6	-8,7	-8,8	-8,0
Centro 1	-18,2	-14,4	-17,3	-16,6	-12,0	-15,4	-4,8	-7,4	-6,0
Centro 2	-18,4	-18,3	-16,0	-15,9	-14,6	-13,8	-3,7	-8,0	-5,9
Lateral 1	-20,6	-19,8	-19,2	-17,0	-16,1	-15,5	-11,9	-10,0	-9,0
Lateral 2	-18,4	-20,1	-19,8	-18,7	-17,0	-15,6	-6,7	-10,3	-14,3
Lateral 3	-17,2	-19,7	-20,8	-16,6	-16,0	-21,6	-8,5	-11,2	-9,3
Lateral 4	-19,0	-18,4	-18,7	-17,9	-15,5	-17,0	-8,0	-3,0	-7,8

Figura 18. Medidas de temperatura referentes ao trilho 8. Fonte: Elaborada pelos autores.

	Trilho: 9								
	Data e Hora de Entrada: 29/10 às 11h50min								
	Data e Hora de Saída: 30/10 às 8h30min Tempo no Túnel: 21h20min								
	Gaiola 1 – Posição 1ª			Gaiola 2 – Posição 10ª			Gaiola 3 – Posição 20ª		
	Superior (°C)	Centro (°C)	Inferior (°C)	Superior (°C)	Centro (°C)	Inferior (°C)	Superior (°C)	Centro (°C)	Inferior (°C)
Lado Maior 1	-19,5	-18,2	-19,1	-19,5	-12,8	-19,1	-16,9	-13,0	-14,0
Lado Maior 2	-21,4	-17,2	-17,5	-18,4	-12,0	-18,3	-14,0	-11,3	-16,0
Lado Menor 1	-22,0	-17,9	-22,3	-17,5	-14,2	-20,3	-18,4	-16,3	-15,9
Lado Menor 2	-19,9	-16,2	-19,4	-22,9	-14,8	-17,7	-16,4	-12,0	-12,0
Centro 1	-22,7	-12,9	-17,0	-21,3	-13,7	-17,7	-18,3	-12,5	-17,0
Centro 2	-21,1	-18,0	-20,0	-22,9	-12,9	-19,8	-18,0	-14,6	-17,0
Lateral 1	-20,0	-19,6	-20,5	-19,1	-16,0	-22,4	-18,0	-13,2	-17,6
Lateral 2	-19,4	-19,3	-19,9	-21,5	-12,4	-21,7	-19,9	-13,9	-19,0
Lateral 3	-21,4	-18,3	-23,1	-21,4	-15,4	-22,1	-19,4	-15,9	-18,0
Lateral 4	-22,8	-17,4	-20,7	-24,4	-14,2	-21,0	-17,3	-17,3	-18,0

Figura 19. Medidas de temperatura referentes ao trilho 9. Fonte: Elaborada pelos autores.

	Trilho: 10								
	Data e Hora de Entrada: 09/11 às 22h00min								
	Data e Hora de Saída: 10/11 às 11h30min Tempo no Túnel: 13h30min								
	Gaiola 1 – Posição 1ª			Gaiola 2 – Posição 10ª			Gaiola 3 – Posição 20ª		
	Superior (°C)	Centro (°C)	Inferior (°C)	Superior (°C)	Centro (°C)	Inferior (°C)	Superior (°C)	Centro (°C)	Inferior (°C)
Lado Maior 1	-19,0	-17,1	-13,5	-15,1	-16,4	-13,0	-16,8	-17,7	-16,6
Lado Maior 2	-18,1	-17,3	-13,9	-16,4	-16,1	-13,1	-17,1	-18,2	-17,1
Lado Menor 1	-17,1	-17,3	-16,4	-15,4	-16,7	-14,6	-16,4	-17,4	-17,9
Lado Menor 2	-19,1	-17,4	-13,0	-16,5	-15,9	-12,3	-16,8	-16,2	-18,0
Centro 1	-17,7	-16,9	-13,1	-16,4	-15,6	-5,7	-17,7	-19,1	-22,4
Centro 2	-17,4	-17,4	-17,1	-15,5	-13,5	-9,7	-17,9	-15,9	-18,6
Lateral 1	-16,7	-17,3	-16,3	-17,0	-15,3	-12,2	-17,1	-16,1	-17,2
Lateral 2	-18,1	-16,9	-15,9	-16,4	-14,4	-13,1	-17,4	-15,6	-16,9
Lateral 3	-16,5	-17,4	-15,9	-17,1	-14,7	-12,4	-16,9	-16,2	-17,5
Lateral 4	-17,1	-17,1	-17,1	-16,3	-15,5	-12,9	-16,8	-17,1	-17,8

Figura 20. Medidas de temperatura referentes ao trilho 10. Fonte: Elaborada pelos autores.