



# PROPOSTA DE UM NOVO *LAYOUT* PARA UMA INDÚSTRIA DE PRÉ-FABRICADOS E ARTEFATOS DE CONCRETO DO OESTE DO PARANÁ

**Gustavo Alves de Melo (Universidade Federal de Viçosa - *Campus* Rio Paranaíba)**  
gustavo\_melocp@hotmail.com

**Maria Gabriela Mendonça Peixoto (Universidade Federal de Viçosa - *Campus* Rio Paranaíba)**  
mgabi\_adm@yahoo.com.br

**Samuel Borges Barbosa (Universidade Federal de Uberlândia - *Campus* Santa Mônica)**  
osamuelbarbosa@gmail.com

**Maria Cristina Angélico de Mendonça (Universidade Federal de Lavras)**  
mariacam@ufla.br

**Fátima Machado de Souza Lima (Universidade Federal de Minas Gerais - *Campus* Pampulha)**  
fatimamsouzalima@gmail.com

*Este estudo trata-se de uma análise e proposta de melhoria do layout de uma célula de produção de calhas e treliças em uma indústria de pré-fabricados e artefatos de concreto do oeste do Paraná. Cabe lembrar que este contempla uma abordagem híbrida com a junção de aspectos qualitativos e quantitativos em sua metodologia de análise, além disso caracteriza-se como um estudo de caso. Assim, a partir da verificação dos fluxos de processos vigentes na organização foi possível a elaboração de um novo layout e a reconfiguração do mapofluxograma dos processos produtivos. Neste contexto, após a comparação dos resultados, foram constatadas reduções nas distâncias totais percorridas por colaboradores na ordem de 85% para a produção de calhas e 78% para a produção de treliças. Por fim, os problemas apontados referentes aos atrasos no atendimento da demanda interna e o elevado índice de retrabalho foram amenizados, bem como foram verificadas melhorias relativas ao aumento do fluxo de produção, redução do leadtime e aumento da qualidade de vida dos colaboradores com a eliminação de movimentações desnecessárias.*

*Palavras-chave: Fluxo de processos, Layout, Pré-fabricados.*

## 1. Introdução

A utilização de estruturas pré-fabricadas corresponde a uma oportunidade para o setor da construção civil, conferindo maior agilidade e confiabilidade de execução de projetos (GUNAWARDENA et al., 2016; WANG, 2018). Dessa forma, são diversas as possibilidades de suas aplicações, sejam na construção de pontes, edifícios, galpões, igrejas, entre outros (YUAN, 2018). Além disso, pode-se perceber a formação de um vínculo entre os setores de construção civil e o setor de pré-fabricados e artefatos de concreto, de modo que ambos apresentam comportamentos semelhantes frente as variações do mercado (WANG, 2018; YUAN, 2018).

No que se refere ao cenário de instabilidade enfrentado por algumas organizações, a realização de adequações nos processos internos destas representam uma medida de contenção de quedas de produtividade (CENTOBELLI et al., 2016; NARANJE et al., 2019). Neste âmbito, medidas relacionadas ao projeto de fábrica e análise de *layout*, por exemplo, se tornam importantes para o reconhecimento do espaço produtivo e eliminação de perdas com movimentação indesejada de colaboradores (BENJAAFAR, 2019). Além disso, tal fato contribui para a redução de retrabalho e, conseqüentemente, do *leadtime* gerando vantagens competitivas para a organização (BENJAAFAR, 2019; NARANJE et al., 2019).

Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo analisar e propor melhorias para o *layout* de uma célula de produção de calhas e treliças em uma indústria de pré-fabricados e artefatos de concreto do oeste do Paraná. Além disso, o estudo motivou-se pela ocorrência de atrasos no atendimento da demanda interna da organização bem como pela verificação de um elevado índice de retrabalho. Por fim, foram utilizadas de algumas ferramentas, a saber, o diagrama de afinidades aliado a seções de *brainstorming* a fim de alcançar o objetivo traçado.

## 2. Referencial Teórico

### 2.1 Contextualização do setor de pré-fabricados e artefatos de concreto

O setor de pré-fabricados e artefatos de concreto tem apresentado um crescimento relevante nos últimos anos, visto o baixo custo de matéria-prima empregada em processos de fabricação, fato que reduz o capital investido em construções civis (GUNAWARDENA et al., 2016; WANG, 2018; YUAN, 2018). Além disso, outro aspecto de grande atratividade para sua comercialização corresponde a alta qualidade e versatilidade de fabricação (YUAN, 2018). Isto ocorre pois são produzidos em locais apropriados a fim de garantir maior precisão em cada componente, bem

como o fato de possuírem uma capacidade de modelagem e personalização elevada (GUNAWARDENA et al., 2016; YUAN, 2018).

Vale ressaltar a sua participação na construção de pontes e edifícios em locais de difícil acesso, por se tratarem de estruturas com vida útil elevada e que necessitam de poucas manutenções (GUNAWARDENA et al., 2016). Dessa maneira, o setor tem garantido seu espaço no mercado competitivo, além de se destacar pela sustentabilidade associada a tais estruturas, pois estas são fabricadas a partir de matérias-primas naturais que geram menor impacto ao meio-ambiente em relação à outros materiais de construção (YUAN, 2018; WANG, 2018). Por fim, a utilização de estruturas pré-fabricadas e artefatos de concreto ainda possibilitam a redução do tempo gasto no desenvolvimento de obras, visto que outras atividades podem ser realizadas de forma paralela (WANG, 2018).

## **2.2 Projeto de fábrica e análise de *layout***

O projeto de fábrica compreende o projeto de sistemas produtivos em que um conjunto de decisões estratégicas estruturais devem ser tomadas a fim de criar uma vantagem competitiva de longo prazo para a empresa (NARANJE et al., 2019). Além disso, muitas empresas buscam ampliar sua capacidade e fluxo produtivo através de técnicas relacionadas ao projeto de fábrica, visto que esta medida acompanha a ampliação do seu nicho de mercado (BENJAAFAR, 2019; NARANJE et al., 2019). Neste contexto, a otimização do desempenho e movimentação dos colaboradores, a melhoria da utilização do espaço disponível e a promoção de um fluxo de pessoas, materiais e equipamentos mais eficiente configuram alguns dos principais aspectos de melhoria almejados pelas organizações (CENTOBELLI et al., 2016).

Em se tratando de adequações no *layout* das organizações, este corresponde a uma representação espacial dos fatores que concorrem para a produção de bens ou serviços envolvendo pessoas, insumos e equipamentos (NARANJE et al., 2019). Cabe lembrar que um projeto de *layout* deve compreender a otimização de custos, a flexibilidade de processos, o detalhamento de fluxos de produção bem como ser compatível com seu mercado de atuação (BENJAAFAR, 2019). Além disso, um projeto de *layout* não se atém apenas a essas questões, mas também contempla o estudo das condições humanas em que os colaboradores estão submetidos através de medidas de adequação da iluminação e ventilação por exemplo (BENJAAFAR, 2019; NARANJE et al., 2019).

Diante a isso, Lima et al. (2019) propôs a modificação do arranjo físico de uma fábrica de queijos artesanais localizada em Franca-SP a partir da análise do fluxo de processos praticado, do mapa de setorização e do mapa de riscos da organização. Já Da Silva Gonçalves et al. (2019) realizou um estudo sobre o aperfeiçoamento do arranjo físico de uma empresa de lubrificantes e desengraxantes através da execução de projetos 2D e 3D a fim de identificar os tempos de produção, alcançando uma redução de 51,19% para este quantitativo. Além disso, Pereira e Pessa (2019), através de uma análise qualitativa-quantitativa e observações *in loco* verificaram o atendimento das especificações sugeridas para o *layout* de uma empresa de plásticos.

### 3. Procedimentos Metodológicos

O desenvolvimento de uma pesquisa científica corresponde a um planejamento estruturado com a finalidade de solucionar problemas a partir da aplicação de um método científico (TAHERDOOST, 2016; KUMAR, 2019). Neste âmbito este estudo se caracteriza como uma pesquisa aplicada pois gera conhecimentos para a aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos (KUMAR, 2019). Além disso, se trata de um estudo de caso uma vez que aborda uma investigação profunda de um ou mais objetos a fim de permitir a descoberta de aspectos que não foram previstos inicialmente (KUMAR, 2019).

Com relação a abordagem de pesquisa, o estudo se caracteriza pela combinação de aspectos quantitativos e qualitativos (BRANNEN, 2017). Dessa forma, o estudo se utiliza de técnicas estatísticas garantindo maior precisão nos resultados bem como realiza uma interpretação destes e atribuição de significados (BRANNEN, 2017). Assim, os resultados alcançados se tornam mais consistentes já que estão fundamentados por fatos e comportamento observados no ambiente em análise (BRANNEN, 2017).





No que se refere às etapas de estudo, a priori, foi realizada uma análise do *layout* da célula de produção de calhas e treliças de modo a identificar possíveis oportunidades de melhorias. Dessa maneira, a partir do conhecimento dos fluxos produtivos de ambas as linhas foram listadas as distâncias percorridas pelos colaboradores para a conclusão dos processos de produção. Assim, através de seções de *brainstorming* foi escolhido como método de investigação a realização do diagrama de afinidades para ambas as linhas de produção da célula. Com base neste, foi configurada uma nova proposta de *layout* bem como de um novo mapofluxograma de atividades pautado na redução das distâncias percorridas pelos colaboradores e no melhor aproveitamento do espaço da célula de produção.

#### 4. Resultados e Discussão

O estudo em questão contemplou o desenvolvimento de uma proposta de melhoria do *layout* de uma indústria especializada na fabricação de pré-fabricados e artefatos de concreto, localizada na região oeste do estado do Paraná. Neste sentido, a indústria é caracterizada por um fluxo de produção intenso, distribuído em dois turnos diários, embora esta apresente um tamanho médio e conte com uma equipe de 60 colaboradores. Além disso, esta é formada por pequenos departamentos de produção em seu interior, fato que revela a existência de um *layout* do tipo celular. Segundo Benjaafar (2019), o *layout* celular auxilia no aumento da velocidade do sistema bem como possibilita a produção de variados produtos pelas células de manufatura. Frente a isso, este estudo se pautou na melhoria do *layout* de apenas uma das células pertencentes à indústria, no caso, a célula responsável pela fabricação de calhas e treliças que apresenta 300 m<sup>2</sup> de extensão. Cabe ressaltar que ambos os produtos têm máquinas e processos envolvidos na montagem e as tarefas estão em sequência, de forma que a matéria-prima que entra na produção sempre segue a mesma linha entre os pontos de processamento. Além disso, apesar de algumas máquinas terem a mesma finalidade, elas são bem diferentes, por não se tratar do mesmo tipo de produto.

Dessa maneira, a fim de se obter uma análise mais consistente da célula de trabalho foram desenvolvidos os diagramas de fluxo do processo produtivo tanto para calhas quanto para as treliças com base na simbologia apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Simbologia utilizada para os fluxogramas

Símbolo	Atividade
	Operação
	Transporte
	Demora ou Espera
	Armazenamento

Fonte: ASME (2020); Autores (2020)

De acordo com a Tabela 1, a atividade de operação contempla uma mudança intencional de estado, forma, ou condição sobre o material ou informação (ASME, 2020). Esta atividade pode ser representada pela montagem, fabricação, embalagem e processamento de itens (ASME, 2020). A atividade de transporte trata-se do movimento de um objeto ou de um registro de informação de um local para o outro, exceto, movimentos inerentes à operação e inspeção (ASME, 2020). No que se refere à atividade de demora ou espera, esta corresponde a um lapso

de tempo entre duas atividades do processo, podendo ocasionar um estoque intermediário no local de trabalho (ASME, 2020). Por fim, a atividade de armazenamento trata-se da retenção de um objeto ou de um registro de informação em determinado local exclusivamente dedicado a este fim e, que para ser removido, necessita de controle formal (ASME, 2020).

Frente a isso, a Tabela 2 contempla o diagrama de fluxo do processo do produto calha conforme as informações fornecidas pela indústria. Neste sentido, pode-se perceber que o processo produtivo de calhas é composto por 4 operações, 5 atividades de transporte, 1 atividade de espera e 1 atividade de estocagem do produto acabado. Além disso, as atividades de transporte se distribuem alternadamente ao longo das operações do processo de produção, uma vez que as máquinas utilizadas no processo se encontram distribuídas ao longo do chão de fábrica.

Tabela 2 – Diagrama de fluxo de processo do produto calha

Ordem das atividades	Símbolos	Local	Descrição das atividades	Distância antiga percorrida (m)
1	● → D ▽	Estoque de matéria-prima	Separar e apanhar matéria-prima	-
2	○ → D ▽		Levar a matéria-prima para a máquina de corte	21
3	● → D ▽	Máq. Corte	Medir e cortar matéria-prima	-
4	○ → D ▽		Levar matéria-prima para a máquina de dobra	9
5	● → D ▽	Máq. Dobra	Dobrar matéria-prima	-
6	○ → D ▽		Levar calha à estufa para pintura	4,5
7	● → D ▽	Estufa para pintura	Pintar calha	-
8	○ → D ▽		Levar calha à mesa para secagem	6,3
9	○ → D ▽	Bancada de secagem	Deixar a calha secar	-
10	○ → D ▽		Levar a calha ao local de estoque	5
11	○ → D ▽	Estoque do produto	Armazenar a calha no local de estoque	-

Fonte: Autores (2020)

Ainda de acordo com a Tabela 2, foi possível verificar nas atividades de transporte as distâncias percorridas em metros pelos colaboradores. Sendo que neste diagrama foram desconsideradas as distâncias percorridas em atividades de operação e espera por corresponderem a valores bastante reduzidos. Vale ressaltar a distância percorrida pelos colaboradores entre o estoque de matéria-prima e a máquina de corte, na ordem de 21 metros. Tal distância gera impactos

negativos ao desempenho da linha de produção se tornando um gargalo a ser reduzido. De maneira geral, foi constatada uma distância total percorrida de 45,8 metros para a efetivação de todas as etapas do processo produtivo de calhas.

No que se refere ao processo produtivo do produto treliça, a Tabela 3 de forma análoga à Tabela 2 apresenta o diagrama de fluxo de processo do produto. Neste âmbito, o processo em questão é composto por 5 operações, 5 atividades de transporte e 1 atividade de estocagem de produto acabado. Além disso, vale ressaltar a inexistência de atividades de espera no processo, visto que este ocorre de maneira mais simples, formado basicamente por atividades de corte, dobra e montagem da matéria-prima.

Tabela 3 - Diagrama de fluxo de processo do produto treliça

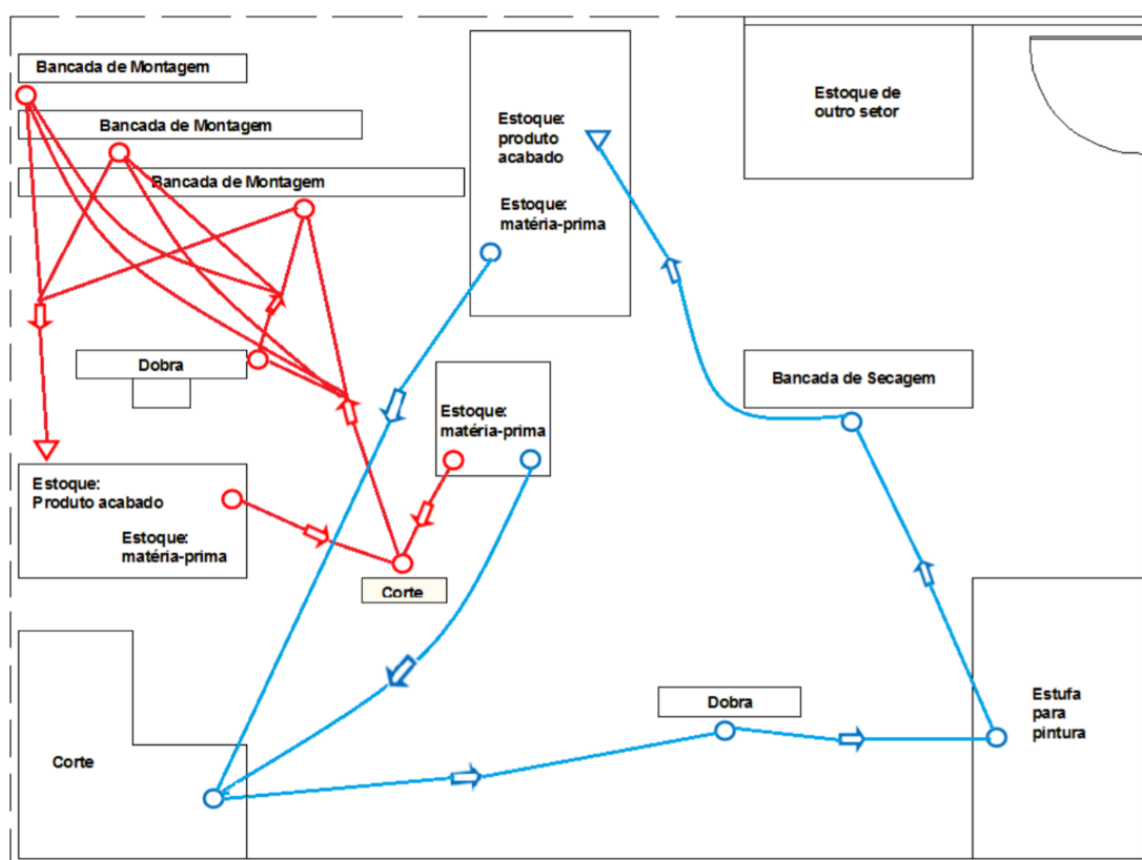
Ordem das atividades	Símbolos	Local	Descrição das atividades	Distância atual percorrida (m)
1	● → D ▽	Estoque de matéria-prima	Separar e apanhar arames finos e espessos	-
2	○ → D ▽		Levar a matéria-prima para a máquina de corte	5,5
3	● → D ▽	Máq. Corte	Medir e cortar arames finos e espessos	-
4	○ → D ▽		Levar arames espessos para a máquina de dobra	4,6
5	○ → D ▽		Levar arames finos para a bancada de dobra e montagem	9,5
6	● → D ▽	Máq. Dobra	Dobrar arames espessos na máquina de dobra	-
7	● → D ▽	Máq. Dobra	Dobrar arames finos na bancada de dobra e montagem	-
8	○ → D ▽		Levar arames espessos dobrados à bancada de montagem	4,7
9	● → D ▽	Bancada de montagem	Montar na bancada a treliça com os arames finos e espessos dobrados	-
10	○ → D ▽		Levar a treliça ao local de estoque	9
11	○ → D ▽	Estoque do produto	Armazenar a treliça no local de estoque	-

Fonte: Autores (2020)

Em relação às distâncias percorridas neste processo, conforme verificado na Tabela 3 os maiores valores para este quantitativo foram entre as atividades de corte e montagem, seguido da distância entre a bancada de montagem e estoque do produto acabado. Além disso, tais atividades somadas correspondem a aproximadamente 55% da distância total percorrida durante o processo produtivo. Diante a isso, foi verificado uma distância total percorrida de 33,3 metros, sendo 12,5 metros inferior à distância percorrida no processo produtivo de calhas.

Em se tratando do arranjo físico presente na indústria, a Figura 1 representa uma configuração do mapofluxograma atual. Neste, foi possível o conhecimento do posicionamento de cada máquina utilizada nos processos produtivos de calhas e treliças e de seus estoques de matéria-prima e produto acabado. Além disso, a Figura 1 contempla uma representação mais dinâmica das distâncias percorridas em cada processo, sendo representada em vermelho as distâncias percorridas no processo de produção de treliças e, em azul, as distâncias percorridas no processo de produção de calhas.

Figura 1 - Mapofluxograma atual



Fonte: Autores (2020)

Frente a isso, conforme a Figura 1, as distâncias observadas entre a saída e os estoques de produtos acabados bem como a distribuição desordenada das máquinas ao longo da célula de produção configuram aspectos com alto potencial de melhoria. Desta forma, com base em análise dos processos produtivos de calhas e treliças, a fim de encontrar um *layout* mais eficiente e que proporcione uma diminuição nos custos de transporte, assim como um aumento no espaço disponível para futuras expansões foi utilizado o Diagrama de Afinidades. Este método tem como objetivo realizar uma análise dos relacionamentos existentes entre os diversos elementos dos processos produtivos, assim pode-se analisar de maneira geral o grau

de importância entre as etapas e agrupar os processos com maior ligação de forma ampla (LOBO, 2019). Dessa maneira, para a avaliação do grau de afinidade existente entre os processos foi utilizado o mapa de relacionamento representado na Tabela 4.

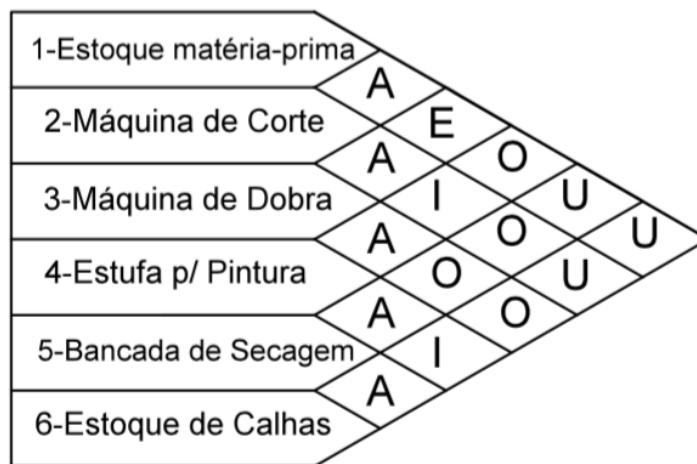
Tabela 4 – Mapa de relacionamento

Classificação	Grau de Afinidade
A	Absolutamente importante
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Normal
U	Sem importância
X	Indesejado

Fonte: Autores (2020)

Diante a isso, a partir do mapa de relacionamento e dos diagramas de fluxo dos processos produtivos de calhas e treliças foi possível a realização do diagrama de afinidades para cada processo. A Figura 2 corresponde ao diagrama de afinidades do processo produtivo de calhas, neste foram listados os locais das atividades e, em seguida, classificados conforme a sua correlação com as demais etapas do processo.

Figura 2 – Diagrama de afinidades do processo de produção de calhas

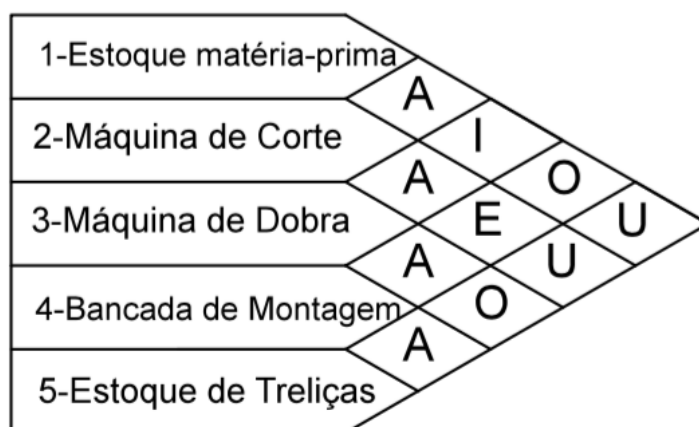


Fonte: Autores (2020)

Neste sentido, de acordo com a Figura 2, as seis etapas listadas apresentaram um alto grau de afinidade de forma sequenciada, ou seja, a etapa de corte obteve uma alta correlação com a etapa anterior de estoque de matéria-prima e com a etapa seguinte de dobra por exemplo. Além disso, etapas não consecutivas apresentaram correlações menores, sendo seu nível reduzido conforme o aumento do distanciamento das etapas do processo. Frente a isso, as etapas Estoque de matéria-prima e Bancada de secagem; Estoque de matéria-prima e Estoque de calhas; e Máquina de corte e Estoque de calhas apresentaram o menor nível de correlação possível.

Em se tratando do processo produtivo de treliças, a Figura 3 aborda o diagrama de afinidades para este processo. Neste foi verificado o mesmo comportamento de correlação observado na Figura 2 para o processo produtivo de calhas. Entretanto, o processo produtivo de treliças é formado por cinco etapas, uma a menos que o de calhas. Assim, o menor nível de correlação foi encontrado para os pares de atividades Estoque de matéria-prima e Estoque de treliças; e Máquina de corte e Estoque de treliças.

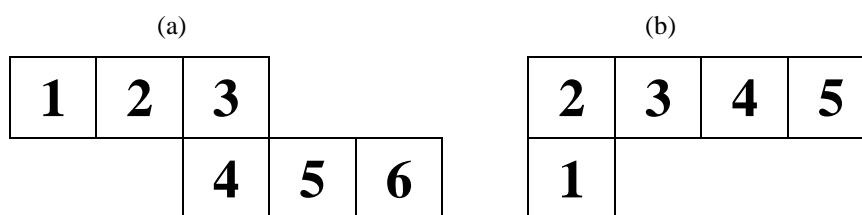
Figura 3 – Diagrama de afinidades do processo de produção de treliças



Fonte: Autores (2020)

Dessa forma, através do método de análise dos relacionamentos, a sequência encontrada para o processo de produção de calhas foi: 3,4,2,1,5,6, já para as treliças foi: 4,3,2,1,5. Diante a isso, foram desenvolvidos os *layouts* para cada processo conforme mostram as Figuras 4 (a) e (b).

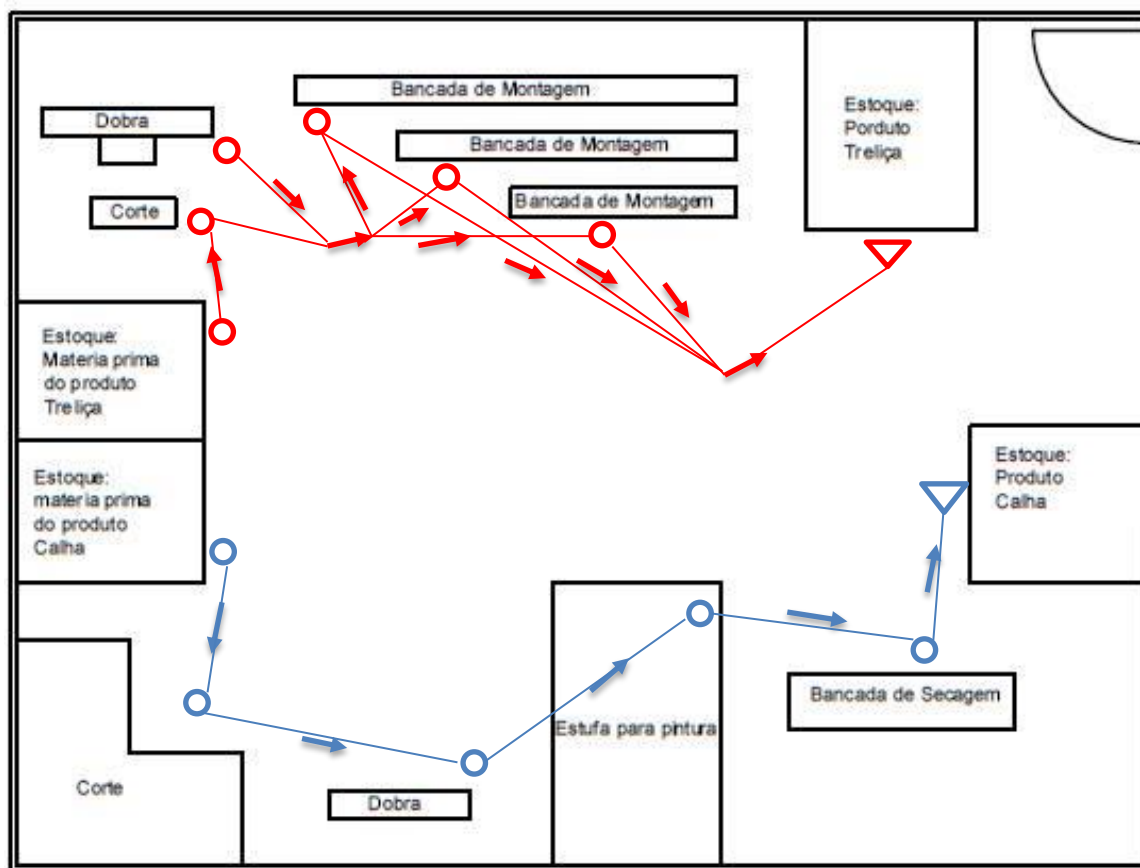
Figura 4 – Diagrama de posicionamento das máquinas para produção de calhas (a) e treliças (b)



Fonte: Autores (2020)

Frente a isso, considerando os resultados alcançados com o método foi possível a realização de ajustes na distribuição das máquinas pertencentes à célula de produção de calhas e treliças. Sendo assim, foi realizado uma modificação dos fluxos de processos em ambas as linhas de produção a fim de obter melhorias de eficiencia destes, sejam estas relacionadas a redução de custo ou tempo empregados. Dessa forma, a Figura 5 corresponde a uma nova configuração para o mapofluxograma de produção de calhas e treliças em relação ao mapofluxograma atual da Figura 1.

Figura 5 - Mapofluxograma proposto



Fonte: Autores (2020)

Neste âmbito, a Figura 5, além de uma nova proposta para o fluxo dos processos, vale ressaltar que esta contempla também uma nova proposta de *layout* para a célula de produção. Ou seja, o novo *layout* busca reduzir as distâncias entre os estoques, máquinas e equipamentos, acelerando a cadeia produtiva da célula, pois diminui perdas com movimentação, além de possibilitar uma ampliação futura da área de produção caso ocorra alterações na capacidade da fábrica. Além disso, ainda conforme a Figura 5, tanto o fluxo de processo de produção de calhas (em azul) quanto o de treliças (em vermelho) respeitam uma determinada ordem de produção, o que confere ao processo maior organização, menores perdas e maior efetividade nas operações.

Cabe lembrar que o mapofluxograma proposto na Figura 5 traz uma mudança na localização dos estoques de produtos acabados, se encontrando mais próximos da porta de saída. Tal fato confere à produção maior flexibilidade, além de facilitar o despacho de produtos acabados para o exterior da célula de produção. Outro aspecto positivo esteve pautado na disponibilização de uma área de, aproximadamente, 65 m<sup>2</sup> destinada a futuras expansões. Dessa maneira, foram analisadas as novas distâncias a serem percorridas em cada processo produtivo com base no mapofluxograma proposto na Figura 5. Assim, a Tabela 5 representa o diagrama do fluxo de

processo do produto calha após as modificações nas distâncias a serem percorridas.

Tabela 5 - Diagrama de fluxo de processo do produto calha após modificação











Ordem das atividades	Símbolos	Local	Descrição das atividades	Distância percorrida proposta (m)
1	● → D ▽	Estoque de matéria-prima	Separar e apanhar matéria-prima	-
2	○ → D ▽		Levar a matéria-prima para a máquina de corte	1
3	● → D ▽	Máq. Corte	Medir e cortar matéria-prima	-
4	○ → D ▽		Levar matéria-prima para a máquina de dobra	1,5
5	○ → D ▽	Máq. Dobra	Dobrar matéria-prima	-
6	● → D ▽		Levar calha à estufa para pintura	1,45
7	● → D ▽	Estufa para pintura	Pintar calha	-
8	○ → D ▽		Levar calha à mesa para secagem	1,2
9	● → D ▽	Bancada de secagem	Deixar a calha secar	-
10	○ → D ▽		Levar a calha ao local de estoque	1,6
11	○ → D ▽	Estoque do produto	Armazenar a calha no local de estoque	-

Fonte: Autores (2020)

A partir das modificações realizadas no *layout* da célula de produção, segundo a Tabela 5, foi possível reduzir a distância total percorrida na ordem de 85% para o processo produtivo de calhas, passando de 45,8 metros para apenas 6,75 metros. Vale ressaltar a redução na distância percorrida para o transporte de matéria-prima até a máquina de corte, onde foi verificado uma queda de aproximadamente 95%. Tal redução foi uma medida importante e necessária para o processo em geral, visto que o estoque de matéria-prima e a máquina de corte apresentaram uma correlação alta conforme exposto pelo diagrama de afinidades na Figura 2. Dessa forma, analogamente à Tabela 5, a Tabela 6 contempla todas as atividades e distâncias percorridas no processo de produção de treliças após a realização de modificações de *layout*.

Tabela 6 – Diagrama do fluxo de processo do produto treliça após modificação

Ordem das atividades	Símbolos	Local	Descrição das atividades	Distância percorrida proposta (m)
1	● → D ▽	Estoque de matéria-prima	Separar e apanhar arames finos e espessos	-

2			Levar a matéria-prima para a máquina de corte	1,32
3		Máq. Corte	Medir e cortar arames finos e espessos	-
4			Levar arames espessos para a máquina de dobra	1,2
5			Levar arames finos para a bancada de dobra e montagem	2
6		Máq. Dobra	Dobrar arames espessos na máquina de dobra	-
7		Máq. Dobra	Dobrar arames finos na bancada de dobra e montagem	-
8			Levar arames espessos dobrados à bancada de montagem	1,5
9		Bancada de montagem	Montar na bancada a treliça com os arames finos e espessos dobrados	-
10			Levar a treliça ao local de estoque	1,25
11		Estoque do produto	Armazenar a treliça no local de estoque	-

Fonte: Autores (2020).

Conforme apresentado pela Tabela 6, a distância total percorrida foi reduzida em 78% para o processo produtivo de treliças, passando de 33,3 metros para apenas 7,27 metros. Frente a isso, todas as reduções, inclusive as relacionadas à Tabela 5, foram realizadas e propostas com base no novo *layout* sugerido, construído a partir de análises dos diagramas de afinidades. Neste sentido, pode-se destacar a redução observada para a distância percorrida no transporte da treliça da bancada de montagem até o estoque de produtos acabados, na ordem de 86%. Na configuração anterior apresentada pela Figura 1, os estoques de produtos acabados se encontravam distantes da bancada de montagem, o que dificultava o fluxo dos colaboradores e gerava atrasos do processo produtivo.

É importante ressaltar que todas as atividades presentes na célula de produção sofreram reduções nas distâncias percorridas. Entretanto, algumas atividades sofreram uma redução mais significativa uma vez que o novo *layout* considerou as correlações presentes entre as atividades de cada processo. Além disso, a disponibilidade de uma área para uma possível expansão na capacidade da célula de produção contribuiu para um aproveitamento mais conciente e eficiente do ambiente fabril, gerando retornos positivos a partir de fluxos de processos mais àgeis.

## 5. Considerações Finais

O presente estudo realizou uma análise de caráter qualitativo e quantitativo do arranjo físico

utilizado em uma célula de produção de calhas e treliças em uma indústria de pré-fabricados e artefatos de concreto localizada no oeste do Paraná. A partir das análises e melhorias propostas para o *layout* fabril em questão, pode-se inferir que estas proporcionaram maior dinamismo para a execução das atividades de produção, como também houve a redução dos custos de transporte de produtos de uma célula de produção a outra. O reconhecimento de tais fatores aliados a uma perspectiva atual do *layout* celular foram determinantes para o sucesso e comprovação das justificativas supracitadas. Frente a isso, os impactos gerados estiveram relacionados também à agilidade, redução do *leadtime*, aumento dos fluxos de produção, bem como a melhoria da qualidade de vida dos colaboradores, no que se refere a redução dos esforços em distância percorrida e movimentos desnecessários.

## REFERÊNCIAS

- ASME. The american society of mechanical engineers. **Process flowchart**. 2020. Disponível em: <https://www.asme.org/>. Acesso em: 20 abr. 2020.
- BENJAAFAR, Saifallah. Flexible factory layouts: issues in design, modeling, and analysis. **Computer-Aided Design, Engineering, and Manufacturing: Systems Techniques and Applications, Volume V, The Design of Manufacturing Systems**, 2019.
- BRANNEN, Julia (Ed.). **Mixing methods: Qualitative and quantitative research**. Routledge, 2017.
- CENTOBELLI, P. et al. Layout and material flow optimization in digital factory. **International journal of simulation modelling**, v. 15, n. 2, p. 223-235, 2016.
- DA SILVA GONÇALVES, Vânia et al. Implantação de Um Novo Layout Produtivo em Uma Empresa do Setor de Lubrificantes e Desengraxantes. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 5, p. 24, 2019.
- GUNAWARDENA, Tharaka et al. Innovative flexible structural system using prefabricated modules. **Journal of Architectural Engineering**, v. 22, n. 4, p. 05016003, 2016.
- KUMAR, Ranjit. **Research methodology: A step-by-step guide for beginners**. Sage Publications Limited, 2019.
- LIMA, Ana Paula Alves Cintra et al. Proposta de um Layout para uma Fábrica de Queijo Artesanal em Franca-SP. **Creare-Revista das Engenharias**, v. 2, n. 1, 2019.
- LOBO, Renato Nogueirol. **Gestão da qualidade**. Saraiva Educação SA, 2019.
- NARANJE, Vishal; REDDY, P. Venkata; SHARMA, Bhoopesh K. Optimization of Factory Layout Design Using Simulation Tool. In: **2019 IEEE 6th International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA)**. IEEE, 2019. p. 193-197.
- PEREIRA, Kezia Sayoko Matsui; PESSA, Sergio Luiz Ribas. Análise do espaço de trabalho e do layout de uma fábrica de plásticos. **Produção em Foco**, v. 9, n. 1, p. 114-134, 2019.
- TAHERDOOST, Hamed. Sampling methods in research methodology; how to choose a sampling technique for research. **How to Choose a Sampling Technique for Research (April 10, 2016)**, 2016.
- WANG, Weiling. Development of prefabricated concrete structures. In: **2018 7th International Conference on Energy and Environmental Protection (ICEEP 2018)**. Atlantis Press, 2018.



YUAN, Zhang. Design and Development of Prefabricated Structural System Reform. **Northern Architecture**, n. 1, p. 11, 2018.