XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8497

# Planejamento do layout de uma unidade de produção de elementos pré-fabricados de concreto: estudo de caso

## Planning the layout of a precast concrete production unit: a case study

**Augusto Guerra Pastore**
Unochapecó | Chapecó | Brasil | augustopastore@unochapeco.edu.br
**Fabiano Garcia Oliveira**
Unochapecó | Chapecó | Brasil | fabiano.oliveira@unochapeco.edu.br
**Maurício Guerra**
Unochapecó | Chapecó | Brasil | mguerra@unochapeco.edu.br
**Diogo Bevilaqua**
Unochapecó | Chapecó | Brasil | diogobevi@unochapeco.edu.br
**Thaísa Beloti Trombetta**
Unochapecó | Chapecó | Brasil | thaisatrombetta@unochapeco.edu.br
**Marcelo Fabiano Costella**
Unochapecó | Chapecó | Brasil | costella@unochapeco.edu.br

### Resumo

Este artigo apresenta um estudo de caso sobre o planejamento do layout de uma unidade de produção de pré-fabricados de concreto em Abelardo Luz (SC). O problema investigado decorre da necessidade de organizar setores, fluxos e áreas de apoio em plantas industriais sujeitas a movimentações intensas de materiais e peças. O objetivo foi propor um arranjo físico para a unidade, com base no método *Systematic Layout Planning* (SLP). O estudo de caso incluiu levantamento documental, entrevistas com responsáveis pela produção e aplicação das etapas do SLP, com elaboração da matriz PQRST (Produto, Quantidade, Roteiro, Serviços de suporte e Tempo), análise do fluxo de materiais, REL-Chart e REL-Diagram. Os resultados indicaram que a proximidade entre usina de concreto, central de armação e áreas de moldagem é decisiva para reduzir deslocamentos e evitar cruzamentos de fluxos, enquanto a disposição longitudinal das pistas produtivas favorece a continuidade operacional. Como contribuição, o trabalho sistematiza critérios de decisão para o layout de uma unidade de pré-fabricados, apoiando o planejamento físico de plantas similares.

Palavras-chave: Layout industrial. Pré-fabricados de concreto. Planejamento sistemático de layout. Fluxo de materiais.

### Abstract

*This article presents a case study on the layout planning of a precast concrete production unit in Abelardo Luz (SC), Brazil. The research problem is related to the need to organize sectors, flows, and support areas in industrial plants with intense movement of materials and precast elements. The objective was to propose a facility layout for the unit based on the Systematic Layout Planning (SLP) method. The case study included document analysis, interviews with production managers, and the application of SLP stages, including the PQRST matrix (Product, Quantity, Routing, Supporting services, and Time), material flow analysis, REL-Chart, and REL-Diagram. Results indicated that the proximity between the batching plant, reinforcement area, and molding areas is critical to reduce internal movements and avoid flow crossings, while the*

*longitudinal arrangement of production lines supports operational continuity. The contribution lies in systematizing decision criteria for the layout of a precast concrete unit, supporting facility planning in similar industrial contexts.*
*Keywords: Industrial layout; Precast concrete elements; Systematic Layout Planning; Material flow.*

## INTRODUÇÃO

A construção civil ainda é frequentemente caracterizada como um setor que apresenta desafios relacionados ao desperdício de materiais, à baixa padronização dos processos e ao controle de qualidade limitado. Essas características contribuem para perdas produtivas e dificuldades na previsibilidade das etapas construtivas, tornando a busca por alternativas mais eficientes um tema recorrente no setor [1, 2]. Nesse contexto, a industrialização da construção surge como uma estratégia fundamental para a modernização dos sistemas produtivos, contribuindo para a padronização dos processos, a redução de variabilidades e o aumento do controle sobre as etapas de produção [3].

Entre as soluções industrializadas, os sistemas pré-fabricados de concreto são associados à execução mais rápida, menor desperdício e maior flexibilidade de aplicação em obras convencionais. Por outro lado, os elementos pré-fabricados demandam mão de obra qualificada, uso de equipamentos industriais específicos, controle preciso dos materiais e cura sob condições controladas, atendendo integralmente às exigências estabelecidas pela NBR 9062 [4]. Essas características tornam os sistemas pré-fabricados mais dependentes de uma organização produtiva eficiente e de um planejamento adequado das instalações industriais [5].

Apesar desse avanço, observa-se que muitas unidades fabris ainda enfrentam dificuldades relacionadas ao planejamento inadequado do layout industrial, o que compromete o desempenho global da produção. A ausência de uma organização espacial eficiente pode resultar em fluxos improdutivos, movimentações excessivas de materiais, alocação inadequada das áreas produtivas e aumento das dificuldades operacionais no ambiente fabril [6]. Pode-se destacar que decisões equivocadas relacionadas ao arranjo físico tendem a gerar custos desnecessários, perda de produtividade e elevação dos riscos associados à operação, reforçando a importância do planejamento adequado das instalações industriais [7-9].

Nesse cenário, o método *Systematic Layout Planning* (SLP), ou Planejamento Sistemático de Layout, apresenta-se como uma abordagem estruturada para o planejamento de arranjos físicos industriais, ao integrar a análise dos processos produtivos, das relações de proximidade entre atividades e das restrições físicas existentes. A aplicação desse método permite a concepção de layouts mais eficientes e coerentes com as necessidades operacionais, contribuindo para a redução de deslocamentos internos e para a melhoria da fluidez dos processos produtivos em ambientes industriais [10-12].

O SLP é adequado a estudos de arranjo físico por permitir a avaliação integrada das relações de proximidade, dos fluxos de materiais e das restrições espaciais. Em

aplicações anteriores, Oliveira e Franca [13] relataram redução de 22% na distância percorrida e aumento de 18% na produtividade em fábrica de pré-moldados, a partir da eliminação de fluxos cruzados. Santos, Gohr e Laitano [14] identificaram redução de 15% no tempo de espera e melhoria de 20% na eficiência de atendimento em uma clínica médica. Campos e Silva [3] empregaram o método para hierarquizar critérios de segurança e custo em indústria de domissanitários. Esses resultados indicam a aplicabilidade do SLP como instrumento de suporte à decisão para a configuração de layouts industriais.

Unidades produtoras de elementos pré-fabricados de concreto envolvem pistas de protensão, áreas de armação, mesas de moldagem e logística interna de peças volumosas. Por isso, o planejamento do arranjo físico deve conciliar continuidade operacional, segurança e eficiência produtiva. Neste estudo de caso, o objetivo é propor o layout de uma nova unidade de produção de elementos pré-fabricados de concreto, com base no método SLP.

A contribuição esperada é de natureza aplicada e metodológica, ao adaptar as etapas do SLP às condicionantes de uma unidade de pré-fabricados de concreto em fase de implantação, sistematizando critérios de proximidade, circulação e apoio operacional que podem orientar decisões em plantas produtivas semelhantes.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo de caso único, de caráter aplicado e descritivo-propositivo, desenvolvido em uma unidade de produção de pré-fabricados de concreto em implantação no estado de Santa Catarina. A unidade de análise correspondeu ao arranjo físico planejado para um terreno de 100 x 30 m, destinado à fabricação de vigas, pilares, escadas, lajes alveolares protendidas, vigotas treliçadas, vigotas protendidas e painéis de fechamento. Entre os setores produtivos, destacam-se as pistas destinadas à produção de lajes alveolares, cada uma com 94 m de comprimento.

A elaboração do arranjo físico foi conduzida com base no método SLP [10], seguindo as etapas de caracterização da unidade, análise dos fluxos, definição das relações de proximidade, dimensionamento das unidades de planejamento de espaço e proposição do arranjo físico. Inicialmente, foram coletadas e organizadas as informações do processo produtivo por meio da matriz PQRST, sigla correspondente a Produto (P), Quantidade (Q), Roteiro de fabricação (R), Serviços de suporte (S) e Tempo (T). Essa matriz sistematizou os produtos fabricados, os volumes previstos, as sequências de produção, os setores de apoio e os tempos de processamento.

Com base nessas informações, foi elaborado o fluxo de materiais, representando o percurso dos insumos desde o recebimento até a expedição dos produtos acabados. A coleta de dados incluiu a realização de entrevistas com os responsáveis pelos setores produtivos, visando identificar particularidades operacionais, necessidades de comunicação e informações relevantes para a definição das prioridades de proximidade entre as áreas.

Na etapa seguinte, foi construído o diagrama de inter-relações de atividades (REL-Chart), elaborado de acordo com os critérios propostos por Muther e Wheeler [15]. Esse instrumento permite atribuir um grau de proximidade desejada entre os setores por meio da classificação A-E-I-O-U-X. Cada grau de proximidade é acompanhado por uma justificativa numérica, utilizada para indicar o motivo da relação atribuída entre os setores analisados, variando de 1 para “Frequência de uso elevada” até 6 para “Fluxo de informações baixo”.

A proposição do layout da unidade produtiva foi realizada com base na análise das inter-relações entre os setores, nos fluxos produtivos e no dimensionamento das unidades de planejamento de espaço (UPEs), em conformidade com as etapas do método SLP. A partir dessas análises, foi definida uma configuração de arranjo físico em blocos, considerada a mais adequada às características do processo produtivo e às restrições identificadas no estudo de caso.

A definição do layout levou em conta critérios técnicos, logísticos, compatibilidade com o fluxo produtivo, facilidade de acesso aos setores, redução de movimentações e cruzamentos, viabilidade de implantação e flexibilidade para futuras expansões. Esses critérios orientaram a organização espacial da unidade, assegurando coerência entre o arranjo físico proposto e as demandas operacionais da produção de elementos pré-fabricados de concreto. Assim, a configuração final foi representada em planta baixa, constituindo o layout proposto para a nova unidade produtiva.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

MATRIZES PQRST DA UNIDADE PRODUTIVA

Com base nos dados levantados, foram elaboradas as matrizes PQRST correspondentes aos elementos produtivos e às áreas de suporte da fábrica. Essas matrizes sistematizam informações essenciais sobre Produto (P), Quantidade (Q), Roteiro de fabricação (R), Serviços de suporte (S) e Tempo (T), permitindo compreender de forma estruturada as exigências operacionais da unidade. O Quadro 1 reúne os elementos estruturais contemplados na planta industrial.

**Quadro 1: Matriz PQRST dos elementos produtivos**

| P - Produto | Q - Quant. (unid./dia) | R - Roteiro | S - Suporte |
|---|---|---|---|
| 1 - Vigas (concreto armado ou protendido)<br>2 - Pilares<br>3 - Escadas | 14<br>14<br>6 | Confecção de armadura/cabos; desmoldante; posicionamento em fôrmas; concretagem; vibração; cura; desforma; armazenamento/expedição | Central de armação; fôrmas; central de concreto; laboratório; manutenção de fôrmas; ponte rolante; área de armazenamento |
| 4 - Lajes Alveolares<br>6 - Vigotas Protendidas | 14<br>20 | Preparação da pista protendida; tração dos cabos; desmoldante; concretagem por extrusora; cura acelerada; corte em serra; armazenamento/expedição | Pistas de protensão; central de concreto; central de protensão; serra de corte; laboratório; ponte rolante; área de armazenamento |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 - Vigotas Treliçadas | 20 | Confecção de treliças; desmoldante; posicionamento em fôrmas; concretagem; cura; desforma; armazenamento/expedição | Linhas de fôrmas; central de armação; central de concreto; laboratório; pontes rolantes; área de armazenamento |
| 7 - Painéis Fechamento | 14 | Preparação da mesa basculante; desmoldante; posicionamento de armaduras/insertos/ancoragens; concretagem; cura; desforma; armazenamento/expedição | Mesas basculantes; central de armação; central de concreto; laboratório; ponte rolante; área de armazenamento |

Nota: Todos os elementos apresentam Tempo (T) de 6 a 12 horas para cura acelerada (vapor/estufa/aditivos) e 24 horas para cura normal.

Fonte: os autores.

A coluna Suporte (S) evidencia os setores que dão sustentação direta ao processo produtivo e que, portanto, exercem influência significativa na definição do arranjo físico da unidade. Nos produtos protendidos, a presença obrigatória das pistas de protensão e da serra de corte evidencia a dependência de equipamentos especializados para garantir precisão e regularidade dimensional. O Quadro 2 apresenta as áreas auxiliares responsáveis por sustentar o fluxo produtivo.

**Quadro 2: Matriz PQRST dos componentes auxiliares**

| P<br>Área/Setor | Q<br>Capac./Uso | R<br>Roteiro | S<br>Suporte | T<br>Tempo |
|---|---|---|---|---|
| 8 - Usina de Concreto | Conforme demanda | Abastece pistas e fôrmas | Baias de agregados; central de cimento; setores de moldagem | Operação contínua conforme demanda |
| 9 - Central de Armação | Corte, dobra e armação | Fornece armaduras às linhas de moldagem | Aço; linhas de moldagem | Conforme demanda |
| 10 - Central de Cimento | Estoque de cimento | Alimenta o misturador da usina | Usina de concreto | Conforme demanda |
| 11- Baias de Areia e Brita | Estoque de agregados | Fornecem agregados à usina por esteiras | Usina de concreto | Abastecimento periódico |
| 12 - Laboratório | Ensaios e testes | Verifica propriedades dos elementos fabricados | Usina de concreto; setores produtivos | Igual à produção |
| 13 - Escritório Administrativo | Apoio gerencial e técnico | Planejamento, controle e documentação | Toda a fábrica | Expediente comercial |
| 14 - Sanitários e Vestiários | Instalação de apoio | Uso dos colaboradores | Área externa da planta | Expediente comercial |
| 15 - Almoxarifado | Estoque de insumos | Abastece a produção com ferramentas | Toda a fábrica | Expediente comercial |

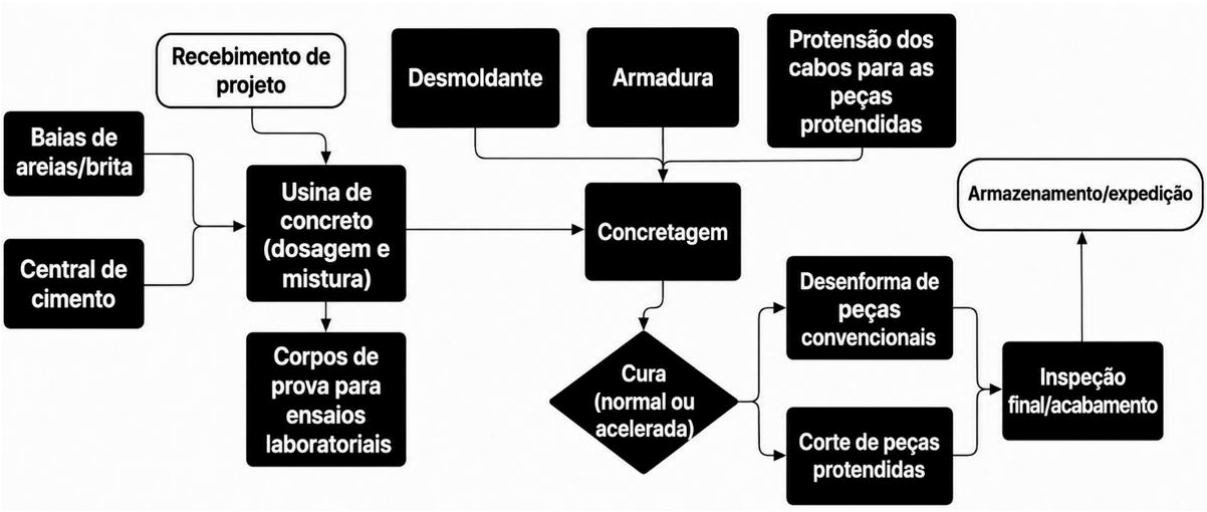
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 16 - Armazenamento e Expedição | Área de estoque das peças produzidas | Armazenamento e expedição final | Área interna ou externa | Conforme demanda |

Fonte: os autores.

## FLUXO DE MATERIAIS

O fluxo de materiais apresentado na Figura 1 ilustra o percurso dos insumos desde o recebimento até a expedição, representando o encadeamento lógico das operações produtivas analisadas no estudo de caso.

**Figura 1: Fluxograma do processo produtivo da unidade fabril com ênfase no fluxo de materiais**




Fonte: os autores

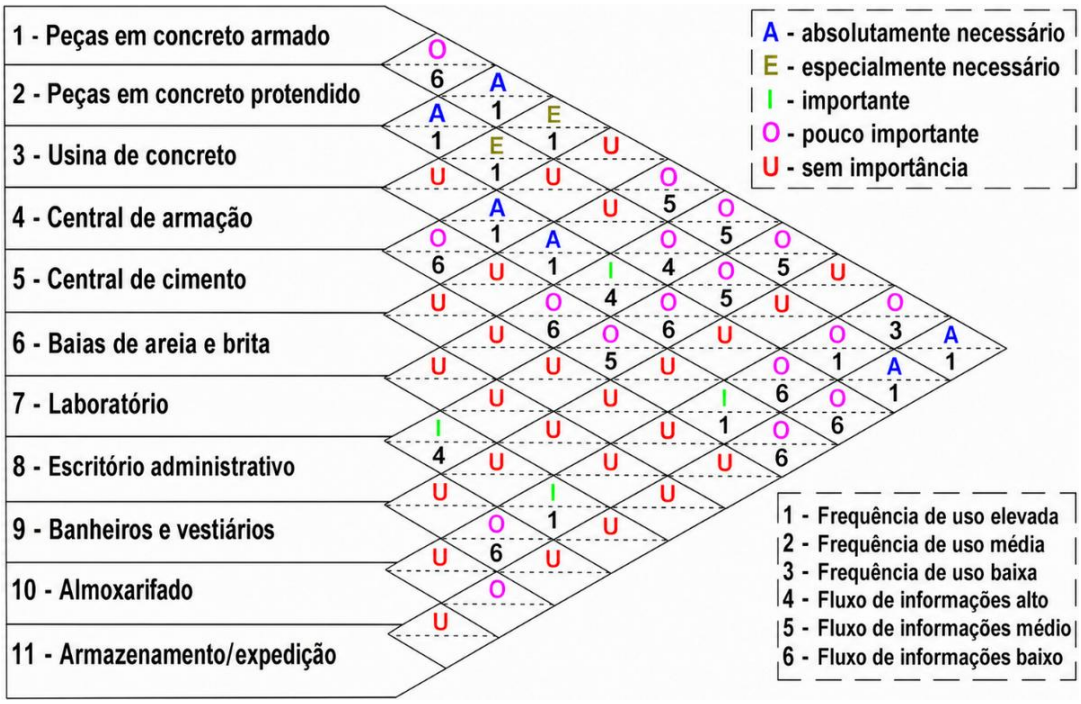
A análise do fluxo também evidenciou pontos que requerem maior atenção no layout, como a necessidade de proximidade entre usina de concreto, central de armação e áreas de moldagem, que são setores que concentram o maior volume de movimentações internas.

## DIAGRAMA DE INTER-RELAÇÕES DE ATIVIDADES (REL-CHART)

As relações de proximidade entre os setores da unidade produtiva foram analisadas por meio do REL-Chart, apresentado na Figura 2. Essa ferramenta permitiu identificar o grau de proximidade desejado entre cada par de áreas da fábrica, orientando a organização espacial conforme a intensidade dos fluxos de materiais, das trocas de informações e do suporte operacional.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8497

**Figura 2: Diagrama de inter-relações de atividades (REL-Chart)**




Fonte: os autores

A leitura do REL-Chart evidencia a formação de um núcleo produtivo central composto pelos setores de 1 a 6 (Figura 2). Esses setores apresentam predominantemente as classificações A (absolutamente necessário) e E (especialmente necessário), indicando forte interdependência operacional.

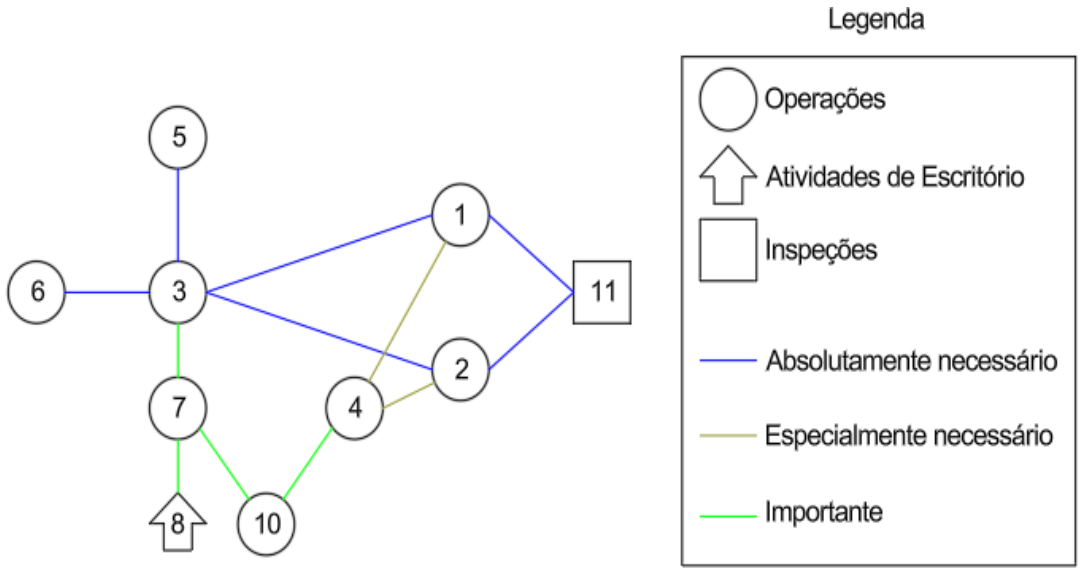
As relações entre as peças produzidas (1 e 2) e a usina de concreto (3), bem como entre a usina e os setores de insumos básicos - cimento (5) e agregados (6) - destacam a necessidade de proximidade para garantir continuidade no abastecimento, regularidade dos ciclos de produção e redução de deslocamentos internos. Da mesma forma, as relações entre a central de armação (4) e os setores de peças mostram dependência direta de insumos estruturais, o que também justifica a classificação elevada.

## DIAGRAMA DE INTER-RELAÇÕES ESPACIAIS (REL-DIAGRAM)

O diagrama de inter-relações espaciais (REL-Diagram), apresentado na Figura 3, representa graficamente o grau de proximidade desejado entre os setores da unidade produtiva, conforme os princípios do método SLP.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8497

**Figura 3: Diagrama de inter-relações espaciais (REL-Diagram) com classificação das proximidades**




Fonte: os autores

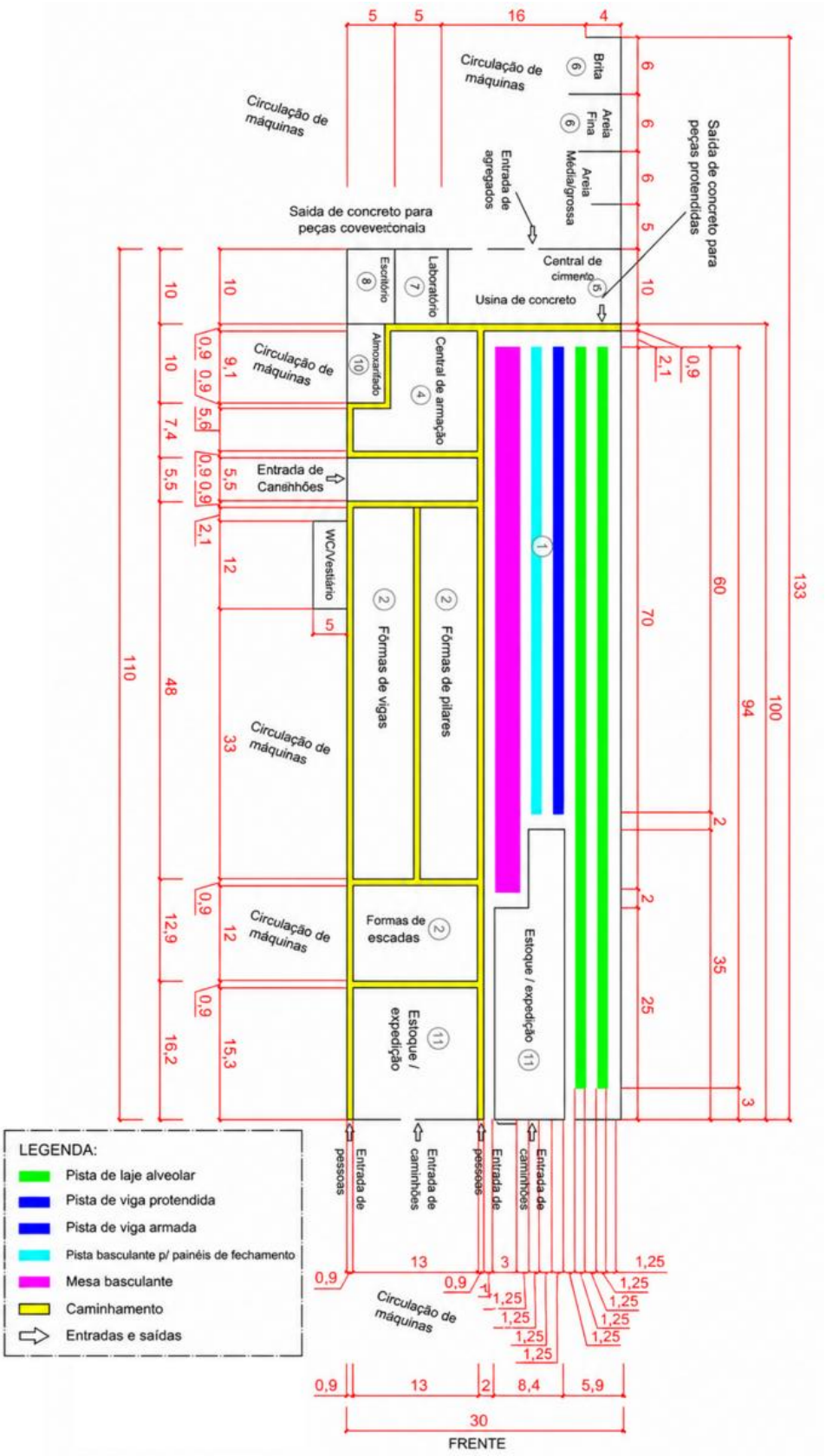
O diagrama de inter-relações espaciais evidencia a existência de três agrupamentos funcionais distintos: o núcleo produtivo, composto pela usina de concreto e pelas linhas de fabricação; uma zona de intermediação produtiva, representada pela central de armação, que atende simultaneamente diferentes fluxos; e o conjunto de apoio, responsável por atividades administrativas, laboratoriais e de suprimentos.

## LAYOUT PROPOSTO

O layout proposto, apresentado na Figura 4, prioriza a linearidade do processo produtivo, a redução de deslocamentos internos e a segregação entre fluxos de máquinas, materiais e pessoas.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8497

**Figura 4: Layout proposto para a unidade de produção de pré-fabricados**




Fonte: os autores

As pistas de produção e as áreas de fôrmas constituem o eixo central do arranjo físico, sendo posicionadas de forma paralela e alinhadas para permitir o fornecimento rápido e contínuo de concreto às linhas de moldagem. A usina de concreto, a central de cimento e as baias de agregados foram agrupadas em um mesmo núcleo de abastecimento, facilitando a entrada de caminhões e o descarregamento de insumos, assegurando regularidade no suprimento de materiais e evitando sobreposição de trajetos no interior da planta industrial.

As áreas destinadas às fôrmas de pilares, vigas e escadas foram posicionadas próximas à central de armação, permitindo a integração eficiente entre a preparação das ferragens e a montagem dos elementos estruturais, favorecendo a continuidade do processo produtivo e a redução de deslocamentos internos.

O setor de armazenamento e expedição foi localizado na extremidade do layout, com acesso direto à área de carregamento. Essa configuração permite que as peças finalizadas sejam movimentadas de forma independente do fluxo produtivo interno, evitando interferências entre a circulação de caminhões e as atividades fabris, além de atender às necessidades logísticas de saída dos produtos.

As áreas administrativas e de apoio, como escritório, almoxarifado e laboratório, foram alocadas em uma zona periférica ao núcleo produtivo. O laboratório, em particular, mantém posição estratégica que permite o controle tecnológico das peças produzidas com deslocamentos reduzidos.

A separação entre a circulação de máquinas e a circulação de pessoas foi definida no layout em conformidade com os requisitos de segurança estabelecidos pela NR-12. Foram previstos trajetos exclusivos para caminhões e equipamentos de movimentação, fisicamente segregados das rotas de circulação dos colaboradores. Os caminhos destinados à circulação de pedestres foram dimensionados com largura mínima de 0,90 m, mantendo-se desobstruídos e permanentemente livres, com piso regular, nivelado e antiderrapante, além de sinalização visível nas áreas adjacentes às máquinas e aos equipamentos, assegurando deslocamento seguro e contínuo, reduzindo conflitos operacionais e contribuindo para a fluidez e a segurança das atividades diárias da unidade.

No conjunto, os resultados respondem ao objetivo do estudo de caso ao transformar as relações qualitativas do SLP em decisões espaciais verificáveis na planta proposta. A principal contribuição aplicada está na explicitação do vínculo entre cada decisão de posicionamento e os critérios de fluxo, proximidade funcional e segurança, evitando que o layout seja definido apenas por disponibilidade de área ou por decisões empíricas. Essa sistematização amplia a rastreabilidade das escolhas projetuais e pode ser replicada em estudos de planejamento de unidades fabris de pré-fabricados com características semelhantes.

## CONCLUSÕES

Este estudo de caso teve como objetivo propor o layout de uma unidade de produção de elementos pré-fabricados de concreto, utilizando o método *Systematic Layout*

*Planning* (SLP), com foco na melhoria da organização espacial da fábrica, na otimização dos fluxos, na redução de movimentações internas e no aprimoramento da eficiência produtiva. Buscou-se avaliar de que forma a distribuição dos setores produtivos interfere na eficiência operacional, na segurança das atividades e na continuidade do fluxo produtivo. Nesse contexto, a pesquisa concentrou-se na análise das relações de proximidade entre os ambientes, considerando seu impacto direto na dinâmica das operações e no desempenho global da unidade industrial.

Os resultados obtidos demonstram que o SLP constituiu uma estrutura metodológica adequada para o planejamento do layout industrial no caso analisado. A aplicação da matriz PQRST possibilitou a sistematização das características dos produtos e das áreas de suporte, conferindo maior clareza às demandas operacionais da fábrica. O mapeamento do fluxo de materiais evidenciou a sequência lógica das operações produtivas, enquanto o diagrama de inter-relações permitiu identificar os setores cuja proximidade é essencial para garantir continuidade e reduzir deslocamentos internos. O layout proposto apresenta distribuição longitudinal das pistas produtivas, integração adequada entre usina de concreto, central de armação e áreas de moldagem, bem como disposição estratégica das áreas de apoio, evidenciando coerência com os princípios de linearidade, segurança e eficiência produtiva.

A análise dos resultados indica que as decisões projetuais adotadas foram consistentes com as relações de proximidade identificadas nas etapas anteriores e reforçam a importância de setores como usina de concreto, central de armação, laboratório e almoxarifado para a continuidade do fluxo produtivo. Dentre as principais dificuldades encontradas, destaca-se a necessidade de conciliar diferentes dimensões setoriais em um espaço físico limitado, o que exige equilíbrio entre proximidade funcional e segurança operacional. Além disso, a definição das áreas de circulação, especialmente no uso de pontes rolantes e no transporte interno de peças, demanda atenção específica para evitar interferências e assegurar fluidez às operações.

As implicações deste estudo reforçam a relevância do planejamento físico para o desempenho global de unidades produtoras de pré-fabricados, uma vez que o layout influencia diretamente aspectos como produtividade, custos, segurança e ergonomia. Como contribuição, o estudo sistematiza a aplicação do SLP em uma unidade de pré-fabricados de concreto em fase de implantação, explicitando critérios técnicos de proximidade, fluxo e circulação que podem apoiar decisões em plantas industriais semelhantes. Como sugestões para pesquisas futuras, recomenda-se aprofundar a análise por meio de simulações computacionais de fluxo, comparar o desempenho entre diferentes alternativas de layout e investigar a integração do SLP com ferramentas *Lean*, como o mapeamento do fluxo de valor (VSM) e a análise de desperdícios. Estudos que incluam a fase de implantação real do layout também podem ampliar a compreensão sobre a efetividade das soluções propostas

## DECLARAÇÃO

Os autores declaram que não utilizaram IA generativa nem tecnologias assistidas por IA no processo de preparação do manuscrito.

## REFERÊNCIAS

[1] LIANG, J. et al. Digital twin-driven intelligent construction: A review. **Automation in Construction**, v. 157, p. 105151, 2024.

[2] MONTEIRO, M. M.; PALIARI, J. C. Industrialização da construção civil: desafios e oportunidades. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 24, n. 1, p. 1-15, jan./mar. 2024.

[3] CAMPOS, A. L. S.; SILVA, A. P. L. Proposta de layout para uma indústria de produtos domissanitários utilizando o método SLP. **Revista Produção Online**, Florianópolis, v. 20, n. 3, p. 1007-1030, jul./set. 2020.

[4] ABNT. **NBR 9062: Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado**. Rio de Janeiro, 2017.

[5] BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Manual de pré-fabricados de concreto**. Brasília, DF, 2024.

[6] TORTORELLA, M. L.; FOGLIATTO, F. S. **Gestão da produção e operações**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

[7] GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da produção e operações**. 8. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

[8] ROSA, A. A. et al. Análise e proposição de melhorias no layout de uma empresa de pré-moldados de concreto. **Revista Gestão Industrial**, Ponta Grossa, v. 10, n. 3, p. 1-15, jul./set. 2014.

[9] SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

[10] MUTHER, R. **Systematic Layout Planning**. 2. ed. Boston: Cahners Books, 1973.

[11] JANILCE, et al. Planejamento de layout de uma fábrica de pré-moldados de concreto. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 11, n. 1, p. 1-10, 2019.

[12] MARQUES, A. C.; SALGADO, E. G. **Planejamento e controle da produção**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2021.

[13] OLIVEIRA, F. L.; FRANCA, S. L. Otimização do layout de uma fábrica de pré-moldados de concreto utilizando o método SLP. **Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção**, v. 32, n. 1, p. 1-12, 2012.

[14] SANTOS, L. M.; GOHR, C. F.; LAITANO, F. C. Aplicação do Systematic Layout Planning (SLP) em uma clínica médica. **Revista de Administração e Inovação**, São Paulo, v. 9, n. 3, p. 1-15, jul./set. 2012.

[15] MUTHER, R.; WHEELER, J. D. **Layout Planning Techniques**. Kansas City: Management & Industrial Research Publications, 2000.