

A APLICAÇÃO DO SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING PARA A LOGÍSTICA DE CANTEIRO DE OBRAS: Estudo de caso da empresa Conpac Construções e Consultoria Ltda

Danielle Cristina dos Santos Lisboa (Graduanda em Engenharia Civil - UNDB) E-mail: daniellecristinaeng@gmail.com
Lucas Nadler Rocha (Engenheiro Civil - UNDB) E-mail: lucasnadlerrocha@hotmail.com
Lucas dos Santos Zenkner (Engenheiro Civil - UNDB) E-mail: lucaszenkner1@hotmail.com
Matheus Oliveira Sena (Engenheiro Civil - UNDB) E-mail: matheus_osena@hotmail.com
Matheus de Souza Góes (Engenheiro Civil - UNDB) E-mail: matheus-goes@hotmail.com
Fabrício da Silva Cordeiro (Professor Especialista em Segurança do Trabalho – UNDB) E-mail: fabricio.cordeiro@undb.edu.br

Resumo: A logística e planejamento tem sido um tema recorrente quanto as discussões acerca da organização de diversos setores da produção. Isso não é diferente para a área da construção civil que vem crescendo cada vez mais e exigindo que novas metodologias sejam aplicadas para um melhor controle dentro do canteiro. No presente trabalho será abordada uma metodologia de organização de arranjos físicos que abrange áreas da produção e que podem ser facilmente aplicadas na construção civil, o método de Systematic Layout Planning. Esse método funciona como medida preventiva/corretiva. Este foi aplicado dentro de um canteiro de obras no município de São Luís, onde foram otimizados o tempo e a produtividade deste canteiro. Com os resultados obtidos verificou-se certas inconsistências na distribuição das áreas e em suas dimensões em relação as normas vigentes para canteiro de obra avaliado, e com isso foram aplicadas medidas corretivas para otimização do canteiro de obras.

Palavras-chave: Planejamento, construção civil, layout do canteiro.

THE APPLICATION OF THE SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING FOR CONSTRUCTION SITE LOGISTICS: Case study of the company conpac construções and consultoria Ltda

Abstract: Logistics and planning have been a recurring theme as discussions about the organization of various sectors of production. This is no different for the area of civil construction that has been growing increasingly and demanding that new methodologies be applied for better control inside the construction site. In the current work will be addressed a methodology of organizing of physical arrangements that covers areas of production and which can be easily applied in civil construction, the method of Systematic Layout Planning. This method works as a preventive measure/ corrective. This one was applied within a construction site in the municipality of São Luís, where the time and productivity of this site were optimized. With the results obtained there were certain inconsistencies in the distribution of the areas and in their dimensions in relation to the current norms for the rated construction site, and with this, corrective measures were applied to optimize the construction site.

Keywords: Planning, civil construction, layout of the site.

1. Introdução

Para confecção de um projeto na área da construção civil deve levar em consideração diversos fatores relevantes para a futura execução do mesmo, três aspectos importantes não podem ser deixados de lado: O Escopo; O Prazo e O Custo. Sendo assim, todo projeto deve estabelecer de maneira clara todos esses itens, pois deste modo será possível avaliar a viabilidade técnica e econômica do mesmo. Essas características permitem que um estudo prévio possa ser realizado considerando as causas de atraso em serviços, de qualquer natureza, principalmente aqueles que necessitam de um maior acompanhamento, através da utilização de um método de planejamento.

Segundo Reis (2011, p. 15), “ Atualmente, algumas empresas entendendo os aspectos competitivos do mercado preocupam-se não apenas com o monitoramento das atividades de todos seus produtos, mas com todos os meios envolvidos durante sua realização. ” Ou seja, o processo de elaboração e acompanhamento de um projeto possibilita que erros sejam previstos, mensurados e evitados como uma forma de garantir o andamento do empreendimento.

Silva (2011, p. 12) define, “ O planejamento de uma obra inclui estudos de longo, médio e curto prazos, focado nas metas das equipes e programações diárias. ” Desta maneira, os processos devem ser vistos sob um olhar crítico que permita identificar as dificuldades existentes durante o processo de execução. Dessa forma, a prevenção pode ser utilizada como um incentivo para o melhor controle sobre os aspectos físicos e lógicos do projeto ou obra em execução.

Entretanto vale ressaltar a dificuldade encontrada na implantação de um planejamento, conforme Silva e Cardoso (1998, p. 7), “ Porém, a grande dificuldade em estabelecer-se um modelo de planejamento para a construção reside na grande quantidade de incertezas do seu processo de produção. ” Logo, o grau de incerteza pode prejudicar a implantação do planejamento.

A logística em um canteiro de obras pode auxiliar a execução no que diz respeito ao cumprimento de prazos e redução de custos durante o processo de construção. Portanto, não pode ser ignorada de maneira nenhuma, uma vez que, uma melhor análise da logística pode garantir que o projeto flua da maneira como foi planejado. Pensando nisso, o método Systematic Layout Planning (SLP) aborda o tema do planejamento e da logística como sendo algo crucial para a melhor execução e planejamento do arranjo físico para diversas áreas da produção, podendo ser também aplicada a canteiro de obras como um todo, como uma forma de reduzir tempos de movimentação e distâncias, que podem afetar diretamente aos custos sobre o produto final do projeto.

Sendo assim, será aplicado essa ferramenta em uma obra da empresa Conpac Construções e Consultoria no município de São Luís, nesta obra será identificada as áreas mais relevantes dentro do canteiro utilizando o planejamento de layout de canteiro de obras, propondo um melhor aproveitamento do canteiro através da aplicação do método Systematic Layout Planning.

2. Método Systematic Layout Planning

O Systematic Layout Planning (SLP) resume-se em uma logística que através da identificação e divisão de fases de projetos busca auxiliar na representação das relações internas entre as diversas fases do mesmo (MEIRELLES et al., 2009). Desenvolvido inicialmente por Muther, a metodologia de SLP visa a otimização de projetos ou arranjos físicos que identifica as fases do projeto, procedimentos e diversas avaliações dos elementos que compõem o processo com um todo (TIBERTI, 2003 apud MUTHER, 1978, p. 7).

Martins e Freitas (2011, p.219) destacam no método que, “ auxilia o tomador de decisão neste processo, e uma modificação eficaz do layout pode resultar na redução do custo, redução da movimentação dos materiais dentro do processo, racionalizando o fluxo de pessoas e dos produtos [...]. ” Deste modo, além de promover uma mudança física no layout, o SLP pode também auxiliar no controle de custos através da redução das movimentações dentro do canteiro, o que pode gerar uma diminuição do desperdício de material e conseqüentemente gerando uma redução significativa no prejuízo.

A utilização deste método está diretamente relacionada com a manutenção da disposição das áreas disponíveis para a implantação de ferramentas ou áreas necessárias para o desenvolvimento de uma atividade.

2.1 Estruturação do Systematic Layout Planning

De acordo com Borba, Luna e Silva (2014 apud Muther, 1978), o procedimento de SLP se dá inicialmente em quatro fases: a localização, o arranjo físico geral, o arranjo físico detalhado e a implantação. A primeira fase (localização) compreende todas as áreas disponíveis para a implantação do canteiro de obras, considerando também os espaços mínimos necessários. A segunda e terceira fase (Arranjo físico geral e Arranjo físico detalhado) estão relacionados com a instalação do canteiro de obras em relação a primeira fase, destacando os possíveis locais, conforme o primeiro arranjo, e os locais definitivos já determinados, de acordo com o arranjo detalhado. Por fim, existe a fase de implantação do canteiro através do método, fazendo-o conforme foi planejado (arranjo geral) e como foi replanejado (arranjo detalhado) (BORBA, LUNA e SILVA, 2014).

Conforme citado acima, o método de SLP conta com uma sequência lógica para a organização de ideias para a elaboração da resolução a ser proposta. Entretanto, para que isso seja possível, é necessário conhecer alguns dos elementos necessários para a implantação do método. De acordo com Santos; Gohr; Laitano (2012), são os principais elementos do método SLP: Dados de entrada; Fluxo de materiais; Inter-relações de atividades; Diagrama de inter-relações; considerações de mudanças; limitações práticas e avaliação de alternativas.

Conforme Borba, Luna e Silva (2014), em relação aos dados de entrada, deve-se entender a necessidade do método em função da situação analisada, onde destacam-se os dados de entrada necessários e suficientes para o início do estudo. O conhecimento do produto (P), sua quantidade (Q), sequência de atividades (R), serviços ou áreas de suporte (S) e o tempo (T). Esses são basicamente, os dados de entradas que sempre devem ser levados em consideração na avaliação de um arranjo. Por vezes, pode acontecer de algum dos dados ser dispensável mediante a profundidade do estudo. Após realizada a análise dos dados de entrada, é necessário verificar o fluxo de materiais existentes dentro do canteiro, isso é fundamental para as etapas seguintes, pois irá demarcar a intensidade ao qual as atividades são desenvolvidas e quais áreas de suporte são diretamente afetadas. O fluxo dos materiais deve ser pensado no processo como um todo, logo, além de avaliar atividades ou áreas individualmente, deve-se avaliar a atuação das mesmas em conjunto, somente assim, é possível realizar um diagrama de possíveis fluxos existentes (SANTOS; GOHR; LAITANO, 2012).

Em seguida, são estudadas as relações existentes entre os processos e atividades, como uma forma de criar inter-relações indiretas que possam se cruzar dentro do canteiro. Ou seja, o quanto essas atividades podem interferir umas nas outras negativamente ou positivamente, e isso é fundamental para que um novo layout seja proposto com as correções necessárias (SANTOS; GOHR; LAITANO, 2012).

O estudo das relações é complementado com o diagrama ou carta de inter-relações, que consistem um diagrama que define todas as relações, casualidades e relevâncias das atividades do estudo. Em síntese, o planejamento não necessariamente deve considerar apenas as áreas de produção, mas também as áreas de suporte. O diagrama das inter-relações pode auxiliar nesse processo, já que ele avalia as relações existentes entre todos os processos que estão sendo executados (AGUIAR, 2016).

Feita a representação da carta de inter-relações, é desenvolvido o diagrama de inter-relações, que identifica as principais áreas de produção e classifica os fluxos entre as mesmas, sendo

estes determinantes para o novo posicionamento das áreas dentro do canteiro de obras. Isso facilita a idealização de um novo layout para o canteiro com base nas principais relações dentro do mesmo (ARAÚJO, 2015).

Após a elaboração dos diagramas que constam dentre os elementos do método de SLP, são avaliadas algumas possíveis soluções para o problema, onde normalmente são elaborados mais de um plano para correção dos erros, dos quais devem atender os preceitos básicos da teoria visando melhorar a produtividade e o aproveitamento das áreas como um todo. Entretanto, cada plano possui suas características, de vantagem e desvantagem, sendo assim, deve-se ponderar os aspectos vantajosos e desvantajosos para a escolha do plano a ser implantado (ELIAS et al., 1998).

A escolha de um plano é realizada considerando-se três aspectos: Balanceamento de vantagens e desvantagens; Avaliação da análise dos fatores; Comparação e justificativa de custos. Cada uma das maneiras tem sua característica e alteração do ponto de vista pelo qual deve ser analisado o plano. Vale ressaltar que a decisão pode não ser tomada com base na análise de custos envolvidos no diagrama de inter-relações e processos analisados, porém, é muito utilizada para outros métodos avaliativos (ELIAS et al., 1998).

3. Descrição do Canteiro de Obras

A obra em questão será a Construção do Salão do Júri de São João Batista do Tribunal de Justiça. Tal obra pode ser considerada de pequeno porte, por se tratar de um único prédio que será erguido próximo ao Fórum do município. A área da construção é de aproximadamente 160 (cento e sessenta) m² (metros quadrados), distribuídos em um terreno de 320 (trezentos e vinte) m².

A empresa foi questionada acerca do número máximo de funcionários que estarão operando dentro do canteiro no pico da obra, então foi informado pela empresa que serão 15 (quinze) funcionários simultaneamente trabalhando no período de execução total da obra.

O canteiro dispõe de algumas áreas de vivência que envolvem o andamento da execução da obra, estas áreas encontram-se totalmente fechadas por tapumes laterais de acordo com a Figura 1 abaixo, existem paredes em alvenaria que constituem o muro do terreno, e foram aproveitadas para o fechamento lateral da obra. Também estão dispostos dois portões para entrada de material.



Figura 1 – Fechamento lateral do canteiro

Quando questionada em relação ao tempo de execução da obra, a empresa respondeu que, conforme recomendado pela administração do Fórum, são 5 (cinco) meses, porém a empresa espera executar em aproximadamente 4 (quatro) meses.

3.1 Descrição das áreas

As áreas de vivência, de produção e armazenamento encontradas no canteiro foram: Refeitório; Central de Armação/Betoneira; Banheiro; Almoxarifado/Ferramentaria; Depósito de Cimento; Depósito ou Baía de Areia e Depósito ou Baía de Brita. E as áreas do canteiro de obras atual estão de acordo com a Tabela 1 abaixo.

Tabela 1 – Áreas existentes no canteiro

Descrição da área	Área em (m ²)
Central de armação e betoneira	19,60
Refeitório	7,80
Banheiro	2,40
Almoxarifado	2,40
Depósito de Cimento	7,50
Baía de Brita	9,00
Baía de Areia	9,00

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

As áreas de central de armação e betoneira estão juntas na Figura 2 abaixo, pois as mesmas se encontram no mesmo local dentro do canteiro de obras. A entrada de energia provisória está no poste localizado próximo a central de armação de acordo com a Figura 2 abaixo.



Figura 2 – Central de armação e betoneira

As áreas de refeitório, depósito de cimento, banheiro e almoxarifado se encontram no fundo do terreno, juntamente com um portão de acesso próximo para a entrada dos sacos de cimento ser mais fácil, informou a empresa de acordo com a Figura 3 abaixo, as baias de brita e areia encontram-se do lado de fora do canteiro.



Figura 3 – Refeitório, Depósito de cimento, almoxarifado/ferramentaria e banheiro

Não foram encontradas áreas separadas para o armazenamento de tijolo ou ferragens. Quando questionada, a empresa informou que ainda não havia separado a área para a armazenagem de ferragens devido as escavações e mobilização dentro do canteiro de obras.

Em relação ao refeitório, a empresa informou que construiu um provisório, pois fizeram o aluguel de uma residência, portanto, os operários se deslocam para a residência para o almoço e retornam no horário estipulado pela empresa. Já em relação ao almoxarifado e ferramentaria, foi informado que a instalação provisória estaria sendo refeita, para o aumento da área existente para o armazenamento de ferramentas, pois ainda seria implantado um pequeno escritório para o engenheiro e encarregado geral da obra.

4. Resultados e Discursões

4.1 Avaliação do Layout disponível

Com base nessa informação foram verificadas as áreas necessárias para a implantação do canteiro de obras, com enfoque nas áreas de vivência exigidas pela Norma Regulamentadora nº 18 – NR 18 (1995), do Ministério do Trabalho, que define algumas diretrizes para a construção civil. Sabendo que, não serão necessários alojamentos, ambulatório, lavanderia e cozinha, pois a empresa alugou uma residência próxima a obra que atenda aos funcionários que se alojarão no município com fornecimento da alimentação, já que outros residem no município. O número de operários não é suficiente para exigir ambulatório dentro do canteiro de obras, pois a NR-18 determina que canteiros de obras que possuem 50 (cinquenta) ou mais funcionários devem implantar um ambulatório no canteiro, em caso de frentes de trabalho.

Seguindo para as instalações sanitárias, verificou-se através da NR-18 (1995) a quantidade correta de acessórios para atender aos funcionários da obra. Conforme determina a norma, NR-18 (1995), item 18.4.2.4, “ A instalação sanitária deve ser constituída de lavatório, vaso sanitário e mictório, na proporção de 1 (um) conjunto para cada grupo de 20 (vinte) trabalhadores ou fração, bem como de chuveiro, na proporção de 1 (uma) unidade para cada grupo de 10 (dez) trabalhadores ou fração. ” Portanto, verificou-se que a empresa cumpriu com as determinações ao implantar no canteiro, 1 (um) lavatório, 1 (um) vaso sanitário, 1 (um) mictório de louça, porém descumpriu em relação ao número de chuveiros, pois no canteiro consta apenas 1 (um) chuveiro para atender a todos os operários.

Ainda de acordo com a NR-18 (1995) verificou-se o ambiente para refeições deve atender a demanda dos 15 funcionários simultaneamente no canteiro, sendo assim, a área presente no canteiro é incapaz de suportar todos os funcionários, porém tal descumprimento já fora respondido em função do aluguel da residência próxima a obra.

Fazendo a análise da Tabela 1 acima, verificou-se a necessidade de uma reelaboração das áreas do canteiro, não apenas no aumento de algumas áreas (almoxarifado/ferramentaria), mas também na criação de áreas, bem como um depósito de ferragens, que é imprescindível para o armazenamento de ferragens utilizadas na obra, um escritório adequado para o engenheiro e encarregado geral da obra. Além da separação das áreas de central de armação e betoneira.

4.1.1 Distâncias médias entre as áreas do canteiro

Para a análise do layout do canteiro de obras, com base na metodologia de SLP, foram levantadas todas as áreas existentes dentro do canteiro de obras, para que fosse possível realizar o estudo do fluxo de materiais e de pessoas mediante a demanda e ritmo de produção para execução do prédio.

Portanto, primeiramente levantaram-se todas as áreas que envolviam diretamente as atividades de execução dentro do canteiro de obras, e também aquelas que não influenciam diretamente no andamento da obra, porém são áreas necessárias para os operários, logo poderiam afetar o desenvolvimento das atividades. Então elaborou-se a Figura 4 abaixo, para demonstração das distâncias médias hipotéticas, em metros, nas quais estão submetidas as áreas do canteiro.

Áreas	Dep. Cim.	Almox./Fer.	Ref.	Banh.	Cent. de arm./Bet.	Baia de Brita	Baia de Areia
Dep. Cim.		4,70	2,53	8,19	30,57	33,87	29,68
Almox./Fer.	4,70		7,46	3,68	30,37	29,56	25,23
Ref.	2,53	7,46		11,64	31,46	36,98	32,83
Banh.	8,19	3,68	11,64		32,28	28,95	24,61
Cent. de arm./Bet.	30,57	30,37	31,46	32,28		14,97	17,80
Baia de Brita	33,87	29,56	36,98	28,95	14,97		3,14
Baia de Areia	29,68	25,23	32,83	24,61	17,80	3,14	

Figura 4 – Distância média de rotas hipotéticas

De acordo com a disposição apresentada e os dados contidos na Figura 4 acima, avalia-se que o canteiro em questão fora dividido em áreas de depósito de material e áreas de produção. Isso fica claro quando é analisado o posicionamento, principalmente, do depósito de cimento e sua respectiva distância para a área da betoneira. Pois, o transporte do material ultrapassa quase todo o canteiro para que as máquinas possam ser operadas, isso causa transtorno e aumento do fluxo de pessoas que passam por áreas que possam estar em execução.

Fazendo a análise da Figura 4 entende-se que o fato da betoneira se encontrar próxima de um ponto de ligação provisória, não quer dizer que seja o melhor lugar possível para a mesma, visto que existem áreas que podem ser aproveitadas e que possuem a possibilidade de criar um ponto de fornecimento de energia para o funcionamento da betoneira. Isso acaba por fazer com que a distância não linear entre a betoneira e o depósito de cimento, principal material na confecção de concreto, seja maior, pois um está posicionado ao fundo do terreno, e outro a frente. Toda essa distância pode ser sanada com a simples movimentação da betoneira para outro local.

Segundo a NR-18 (1995), a distância máxima permitida para que um operário tenha acesso às instalações sanitárias é de 150 metros. No caso, não há a necessidade de relocar tal área, pois a maior distância estimada não passa de 40 metros lineares.

Em relação as baias de areia e brita, seu posicionamento para o canteiro deve ser alterado, pois se encontra fora do terreno do canteiro, atrapalhando até mesmo a passagem de pedestres, portanto, há a necessidade de relocar tais áreas para dentro do terreno.

A distância média para o refeitório é tida como suficiente para que todos os operários sejam atendidos, sem que tenham que andar mais em função do posicionamento do refeitório.

4.1.2 Análise das áreas

Conforme Elias et al. (1998), os dados de entrada levam em consideração a importância das atividades desenvolvidas, bem como uma sequência lógica de ação para as mesmas atividades. Ou seja, as atividades mais relevantes para a execução do prédio possuem um fluxo de materiais e pessoas superior as áreas de vivência, por exemplo. Isso é um fator determinante para a implantação do método, pois é nesse processo que serão julgados os itens mais importantes.

Pensando nisso, deve-se replanejar o layout do canteiro não apenas por conta da falta de algumas áreas de vivência, mas também para o reaproveitamento de áreas que podem acarretar em um tempo de mobilização maior que o possível, levando em consideração áreas que podem ser relocadas.

Para as baias de areia e brita não há uma especificação para o armazenamento de tais materiais, como dimensões mínimas ou máximas das baias, apenas recomenda-se que o espaço seja suficiente para o armazenamento sem que atrapalhe outras áreas da obra.

A área de almoxarifado/ferramentaria conforme a Figura 4 , apresenta uma área reduzida para o armazenamento de todos os equipamentos diariamente utilizados na obra. Isso pode prejudicar o andamento da obra, em caso de lotação desse armazenamento, logo entende-se que sua área deve ser aumentada.

O depósito de cimento encontra-se com uma área suficiente para a demanda, correspondente a, aproximadamente, 100 sacos de cimento. E também a Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) 5732 (1991) determina que o armazenamento dos sacos de cimentos seja feito em pilhas com até 10 sacos de cimento de altura.

O refeitório não apresenta uma área suficiente para atender os 15 funcionários, entretanto, como já fora comentado, a empresa optou por não implantar um refeitório com área maior por conta do horário de almoço e a residência já terem sido definidos. Então estão usando a área para manter um refrigerador e um filtro de água para os funcionários da obra.

Para o banheiro existe a necessidade de ampliação do mesmo, pois encontra-se apenas com um acessório para banho, quando na verdade, devem haver no mínimo dois, conforme exige a NR-18 (1995).

A área da central de armação e betoneira é suficiente para atender a demanda de produção da obra. Porém, a betoneira de fato necessita ter sua área alterada, para que possa reduzir as distâncias existentes e estar centralizada o suficiente para atender a todas as áreas da obra.

Já em relação as áreas que não constam no canteiro, como é o caso do depósito de ferragens, escritório e depósito de tijolos, deve-se pensar na implantação de tais áreas pois são de suma importância para o bom andamento da obra.

4.2 Elaboração dos diagramas de inter-relações

Feita a análise das áreas dispostas dentro do canteiro, partiu-se para a análise das inter-

relações existentes entre as áreas de estudo e a execução do prédio. Utilizando-se da carta de inter-relações, foram classificados os graus de interação entre as atividades e a sua relevância em relação a execução. De acordo com Borba, Luna e Silva (2014) apud Muther (1978), o grau de relação deve ser feito de A, E, I, O, U e X, sendo o primeiro classificado com absolutamente necessário e o último como absolutamente dispensável. Também são utilizados números que definem a justificativa para a classificação do grau de relação das atividades em questão. Conforme segue a Figura 5 abaixo.

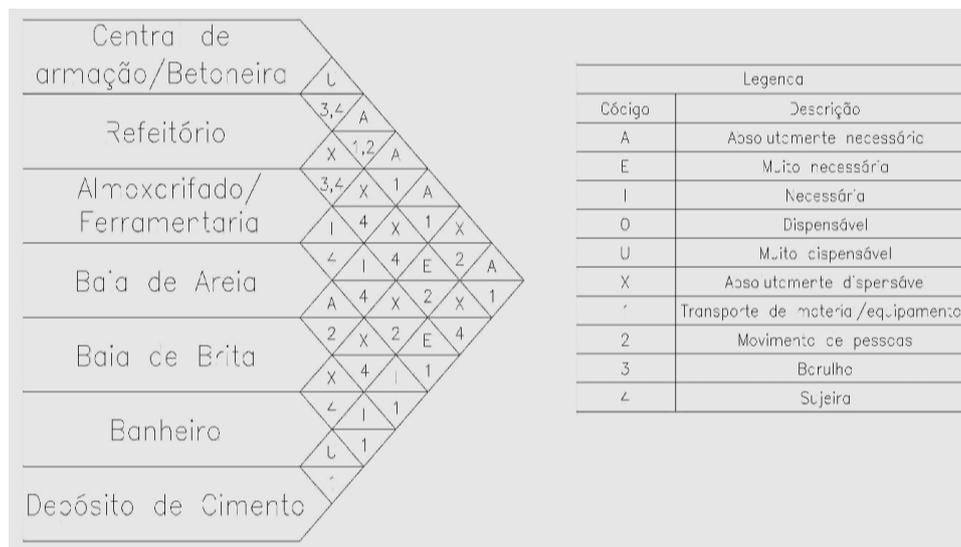


Figura 5 – Carta de Inter-Relações

Com tais dados, pode-se verificar que a maioria das relações entre as atividades envolvem mais as áreas de central de armação/betoneira e almoxarifado, ou seja, são as áreas mais relevantes e que devem estar melhor posicionadas para o andamento correto da execução do prédio.

Destaque para a central de armação/betoneira e almoxarifado que, além de apresentarem um grau de relação alto com várias etapas, são áreas que apresentaram uma similaridade em relação ao posicionamento e o fluxo de materiais e pessoas, pois ambos se apresentaram em setores que podem ser melhorados quanto ao aproveitamento de outros espaços menos relevantes, como é o caso da sala de engenharia, que se localiza é um ponto estratégico.

O depósito de cimento também pode ser relocado para um lugar mais próximo da betoneira, como forma de minimizar o tempo de transporte do material para a betoneira.

Com base na carta de inter-relações deve-se adaptar o canteiro atual de modo que atenda a toda a obra da maneira mais satisfatória possível. Então elabora-se o diagrama de inter-relações, que é utilizado para destacar as principais áreas, cujos fluxos são mais relevantes e analisar a sua intensidade, conforme a Figura 6 abaixo.

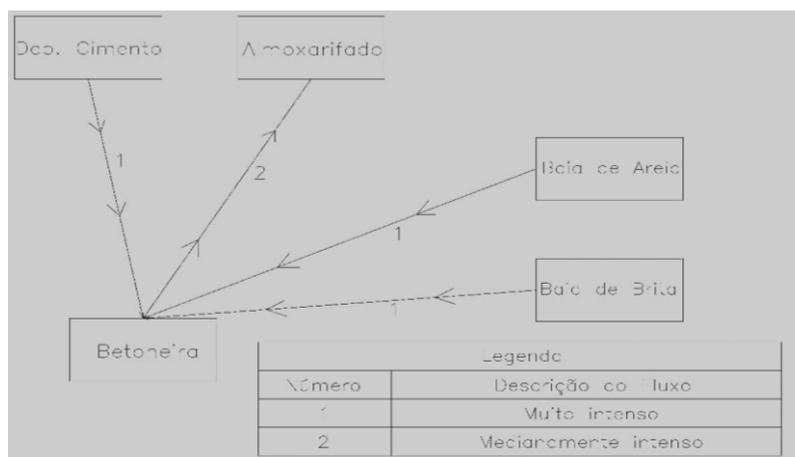


Figura 6 – Diagrama de inter-relações

Este diagrama só está levando em consideração as áreas de produção, ou que podem afetar diretamente o andamento da execução. Foram classificados os fluxos entre 1 e 2, muito intenso e medianamente intenso, respectivamente, como forma de demonstrar as relações entre as áreas. Logo, vale ressaltar que, as áreas de refeitório e banheiro não entram neste diagrama por não se tratarem de áreas de produção.

4.3 Reelaboração do layout

Utilizando-se dos dados já informados acima, pode-se elaborar um novo layout para ser proposto para o canteiro de obras analisado. Neste novo layout proposto, foram criadas novas áreas a serem consideradas na implantação do canteiro de obras. Tais como: Escritório, Depósito de ferragens (anexado a central de armação) e Depósito de tijolo. Algumas das áreas receberam um aumento, como é o caso do banheiro, que se fez necessário o aumento na área devido à ausência de um acessório para banho.

O escritório foi criado, pois não havia uma área específica para que o engenheiro e o encarregado da obra pudessem realizar as análises referentes ao andamento dos serviços da obra. Além da implantação de uma área para o depósito de ferragens, justamente locado próximo a central de armação, como forma de facilitar o transporte, através da redução da distância ao máximo. Também se sugeriu a criação de um depósito de tijolos, pois no terreno não havia uma área separada para o armazenamento do bloco cerâmico. Conforme segue a nova Figura 7 abaixo de distribuição das áreas propostas através da utilização do método de SLP.

Descrição da área	Área (m²)
Central de Armação/Depósito de Ferragens	7,80
Betoneira	7,50
Banheiro	5,20
Almoxarifado	6,25
Depósito de Cimento	6,00
Baía de Brita	7,65
Baía de Areia	7,65
Escritório	3,00
Depósito de Tijolo	5,00

Figura 7 – Distância média de rotas hipotéticas

Também foram reavaliadas as distâncias existentes entre as novas áreas e as já existentes no novo layout de canteiro de acordo com a Figura 8.

Áreas	Dep. Cim.	Almox.	Bet.	Banh.	Cent. de arm./Dep. Ferragens	Baia de Brita	Baia de Areia	Escrit.	Dep. Tij.
Dep. Cim.		12,12	3,12	13,09	22,51	6,26	9,00	11,80	11,60
Almox.	12,12		15,19	1,98	31,14	17,98	20,80	4,30	6,94
Bet.	3,12	15,19		16,11	19,13	3,30	5,86	14,97	14,66
Banh.	13,09	1,98	16,11		31,85	18,95	21,61	5,73	8,19
Cent. de arm./Dep. Ferragens	22,51	31,14	19,13	31,85		15,91	13,38	31,86	2,91
Baia de Brita	6,26	17,98	3,30	18,95	15,91		2,69	18,30	18,24
Baia de Areia	9,00	20,80	5,86	21,61	13,38	2,69		21,37	21,58
Escrit.	11,80	4,30	14,97	5,73	31,86	18,30	21,37		2,91
Dep. Tij.	11,60	6,94	14,66	8,19	2,91	18,24	21,58	2,91	

Figura 8 – Novas distâncias médias hipotéticas

Por fim, com as distâncias calculadas, gerou-se diferenças que resume a razão da diminuição das distâncias entre algumas áreas implantadas pelo método conforme a Figura 9 abaixo.

Áreas	Dep. Cim.	Almox.	Bet.	Banh.	Cent. de arm./Dep. Ferragens	Baia de Brita	Baia de Areia	Escrit.	Dep. Tij.
Dep. Cim.		+ 7,42	-27,45	+4,90	- 8,06	-24,87	-20,68	x	x
Almox.	+7,42		-15,18	-1,70	+0,77	-11,58	-4,43	x	x
Bet.	-27,45	-15,18		-16,17	+19,13	-11,67	-11,94	x	x
Banh.	+4,90	-1,70	-16,17		-0,43	-10,00	-3,00	x	x
Cent. de arm./Dep. Ferragens	-8,06	+0,77	+19,13	-0,43		+0,94	-4,43	x	x
Baia de Brita	-24,87	-11,58	-11,67	-10,00	+0,94		-0,45	x	x
Baia de Areia	-20,68	-4,43	-11,94	-3,00	-4,43	-0,45		x	x
Escrit.	x	x	x	x	x	x	x		x
Dep. Tij.	x	x	x	x	x	x	x	x	

Figura 9 – Diferença entre as distâncias do antigo layout e o novo proposto

Para a representação da Figura 9, foram utilizados os sinais de positivo, para a relação entre as áreas que tiveram suas distâncias aumentadas, e negativo, para as áreas cujas relações tiveram suas distâncias reduzidas. Isso foi adotado apenas para as áreas que já existiam e possuíam alguma relação em função do layout do canteiro.

Os dados da Figura 9 foram elaborados com base na análise da carta de inter-relações gerada através do layout de canteiro existente. Isso propiciou um novo arranjo para o canteiro, visando a redução de distâncias médias como forma de otimizar o tempo e os espaços disponíveis no canteiro. Pode-se afirmar que a maior parte das distâncias pode ser reduzida, melhorando o fluxo de materiais e pessoas.

5 Conclusão

Foi encontrado por meio da utilização de tabelas e diagramas que o canteiro em questão precisaria de alterações, tanto em função das dimensões das áreas, quanto na ausência de algumas que poderiam prejudicar o andamento das atividades. Então percebeu-se que a empresa estudada não avaliou alguns aspectos para a implantação do canteiro, dentre eles, a logística que foi deixada de lado. Isso pode ser corrigido com a aplicação do método de SPL, pois gerou um novo layout que facilitou e viabilizou as distâncias existentes entre as áreas, permitindo que o fluxo de materiais e pessoas fosse suficiente para que a execução não fosse comprometida.

Isso se deu através da representação dos fluxos já existentes e análise dos mesmos, como forma de classificar as áreas por grau de relevância e relação para o andamento da obra. A classificação foi definida utilizando princípios básicos da teoria, como distância e representatividade da área com relação ao todo da obra.

Possibilitando assim, que um novo layout de canteiro fosse proposto conforme o estudo. As otimizações ficam evidentes quando são comparadas as distâncias médias entre o layout atual e o layout proposto neste estudo. Uma grande parte das áreas foram aproximadas por conta do grau de relação existente, isso torna possível o melhor aproveitamento das áreas e redução de custos em relação ao tempo de transporte ou movimentação entre as áreas.

Conclui-se com este trabalho que o método de SLP pode ser facilmente aplicado na área da construção civil. Entretanto, deve-se avaliar as áreas como um todo, isso só será possível através da coleta de dados correta e análise das relações existentes para que o método seja o mais eficaz possível. Podendo este método ser muito relevante no que diz respeito a otimização de tempos e espaços dentro de qualquer ambiente de produção em massa ou, no caso, ambientes construtivos.

Referências

- AGUIAR, G. dos S. G.** *Inovação em logística de canteiro de obras na construção de edifícios*. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 126 p. São Paulo, 2016.
- ARAÚJO, M. A. da S.** *Estudo de um layout de um canteiro de obra da construção de uma edificação residencial multifamiliar com base no modelo Systematic Layout Planning*. Revista On-line IPOG. Dezembro/2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** *NBR 5732: Cimento portland comum*. Rio de Janeiro, 1991.
- BORBA, M. de; LUNA, M. M. M.; SILVA, F. A. B. da.** *Proposta de arranjo físico para microempresa baseado no planejamento sistemático de layout (PSL)*. Revista Eletrônica de Produção & Engenharia, v. 6, n. 1: p. 519-531, Jan./Jun. 2014. Santa Catarina.
- ELIAS, S. J. B. et al.** *Planejamento de layout de canteiro de obras: Aplicação do SLP (Systematic Layout Planning)*. Fortaleza, 1998.
- MARTINS, V. W. B.; FREITAS, F. F. T.** *Planejamento sistemático de layout (PSL): Análise do layout de uma empresa produtora de pneus recapados*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP), Florianópolis, Julho, 2011.
- MEIRELLES, A. F. et al.** *Simulação e layout – Um estudo de caso*. Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). Salvador, 2009.
- MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO.** *NR-18: Condições e meio ambiente do trabalho na indústria da construção*. Brasília, 1995, 43p.

REIS, C. A. A. *A importância do escritório de projetos no gerenciamento de projetos: Um estudo de caso na MRS Logística S.A.* Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Engenharia de Produção, Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2011.

SANTOS, L. C.; GOHR, C. F.; LAITANO, J. C. A. *Planejamento sistemático de layout: Adaptação e aplicação em operações de serviços.* Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Revista Gestão Industrial, v. 08, n. 01: p. 01-21, 2012. Paraná.

SILVA, F. B. da; CARDOSO, F. F. *A importância da logística na organização dos sistemas de produção de edifícios.* Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC), 27-30 abr/1998, Vol. II, p. 277-285, Florianópolis, 1998.

SILVA, M. S. T. C. *Planejamento e controle de obras.* Monografia ao Curso graduação em Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2011.

TIBERTI, A. J. *Desenvolvimento de software de apoio ao projeto de arranjo físico de fábrica baseado em um framework orientado a objeto.* Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo (USP). São Carlos, 2003.