



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E
URBANISMO**

LEONARDO MACHERT PEREIRA BUENO

LOGÍSTICA APLICADA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

**CAMPINAS
2011**

LEONARDO MACHERT PEREIRA BUENO

LOGÍSTICA APLICADA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Relatório Final do Projeto Integrado de Graduação apresentado à Universidade Estadual de Campinas como requisito à obtenção do título em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Orlando Fontes Lima Jr.

CAMPINAS

2011

RESUMO

BUENO, L. M. P. **Logística aplicada na construção civil**. Laboratório de Aprendizagem em Logística e Transportes. Departamento de Geotecnia e Transportes. Universidade Estadual de Campinas - Unicamp, 2011. 26 p. Trabalho de Final de Curso (graduação).

Durante muito tempo a logística foi vista, essencialmente, como área atuante de empresas ligadas a transportes e movimentações de materiais, tendo em vista a otimização de seus processos e redução de custos ao longo da cadeia produtiva, idéia que vem sendo incorporada a diversos outros setores ao longo dos anos. A tecnologia logística, atualmente, se encontra bastante difundida nos mais diversos setores de atuação comercial e empresarial no mundo. O que a torna parte fundamental no desenvolvimento de empresas dos mais diversos tamanhos e especialidades, em busca de competitividade, crescimento e perpetuação no mercado comercial, seja ele local ou global. O presente trabalho tem como objetivo aplicar a teoria da Logística em uma obra de edificação civil de cunho residencial com vistas à proposição de melhorias nos diversos tipos de serviços existentes quanto à aproximação dos processos da Construção Civil aos processos existentes em unidades fabris. A partir de ganhos significativos ao longo de toda a cadeia produtiva da construção civil, pretende-se diminuir as disparidades existentes entre a mão-de-obra brasileira frente a outros países, principalmente, os países mais desenvolvidos. Isso ocorre com a utilização de planejamento da cadeia produtiva, com definição prévia do layout do canteiro e da movimentação de materiais, através do sistema SLP (Planejamento sistemático de layout), com redução de áreas e volumes referentes à armazenagem de matérias-primas, e utilização de materiais que exigem menor uso de mão-de-obra, propiciam menores desperdícios e eliminam etapas da produção, os pré-fabricados e agregados.

Palavras-Chave: Logística, planejamento, movimentação de materiais.

ABSTRACT

BUENO, L. M. P. **Logística aplicada na construção civil**. Laboratório de Aprendizagem em Logística e Transportes. Departamento de Geotecnia e Transportes. Universidade Estadual de Campinas - Unicamp, 2011. 26 p. Trabalho de Final de Curso (graduação).

For a long time, logistics was seen essentially as an area of active companies involved in transport and movement of materials, with a view to optimizing their processes and reduce costs along the production chain, an idea that has been incorporated into several other sectors over the years. The logistics technology, today, is widespread in various sectors of activity in commercial and business world. What makes it a key part in developing companies of different sizes and specialties in search of competitiveness, growth and perpetuation in the commercial market, whether local or global. The present work aims to apply the theory of logistics work of building a civilian residential nature with a view to proposing improvements in various types of existing services and the approach of the processes of Construction to existing processes in plants. From significant gains throughout the supply chain of construction, aims to reduce disparities between hand labor in Brazil compared to other countries, especially the more developed countries. This occurs with the use of supply chain planning, prior to setting the plot layout and movement of materials through the system SLP (Systematic Layout Planning), with reduction of areas and volumes on the storage of raw materials, and use of materials that require less use of manpower, eliminate waste and provide lower stages of production, pre-made and aggregate.

Keywords: Logistics, planning, material handling.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	5
2. DEFINIÇÃO DO PLANO DE TRABALHO.....	7
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	8
4. METODOLOGIA.....	11
5. DETALHAMENTO DAS ATIVIDADES ENVOLVIDAS.....	11
5.1 Sistema S.L.P.	11
5.2 Distâncias de transporte.....	13
6. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	14
7. CONCLUSÕES.....	25
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Implantação do empreendimento na fase 1, contendo 4 blocos.....	14
FIGURA 2 – Carta de inter-ligações preferenciais.....	15
FIGURA 3 – Diagrama de relações de atividades	17
FIGURA 4 – Arranjo nº1.....	18
FIGURA 5 – Arranjo nº2.....	18
FIGURA 6 – Arranjo nº3.....	19
FIGURA 7 – Arranjo externo nº1.....	20
FIGURA 8 – Arranjo externo nº2.....	21
FIGURA 9 – Arranjo externo nº3.....	22
FIGURA 10 – Arranjo interno para andar térreo.....	23
FIGURA 11 – Arranjo interno para andar tipo.....	23
FIGURA 12 – Sistema visual para controle de estoque.....	24

1. INTRODUÇÃO

A logística, atualmente é uma das áreas que apresenta crescente destaque no setor da construção civil, tanto que o setor começou a incorporar profissionais especializados em logística com a finalidade de tornar o processo de produção o mais enxuto possível, racionalizando processos, incorporando etapas de serviços, reduzindo desperdícios, ou seja, tornar o processo de construção o mais eficiente e eficaz possível.

Alguns fatores vêm a anos dificultando a aplicação das tecnologias logísticas no cenário brasileiro, o principal fator, indubitavelmente, é a falta de visão e renovação dos profissionais da área, sejam eles projetistas, engenheiros de campo, pedreiros, serventes ou encarregados, que frente aos seus vários anos de experiência no mercado brasileiro, acreditam que as mudanças são desnecessárias ou prejudiciais quando aplicadas, tendo sempre em mente o pensamento atrasado de que se o sistema atual atinge o objetivo final, o sistema funciona.

O sistema atual implementado na construção civil sem dúvida atinge o objetivo final, mas a custos, muitas vezes, vultosos, em alguns casos, mais do que dobrando o orçamento inicial previsto em projeto, e gerando atrasos da ordem de meses para conclusão de um empreendimento ou até mesmo de uma única etapa.

De acordo com Muther (1978), O sistema SLP consiste em uma estruturação de fases através das quais passa qualquer projeto de layout; de um modelo de procedimentos para a realização do projeto, passo por passo; e de convenções para identificação, visualização e classificação das várias atividades, inter-relações e alternativas envolvidas em todo projeto de arranjo físico.

O Lean Construction apresenta a metodologia inspirada no sistema Toyota de produção, necessária para o aumento da produtividade sem o aumento do consumo de materiais, através do planejamento e antecipação de problemas muitas vezes esperados e, portanto previsíveis, dentro da cadeia produtiva da construção civil.

O mercado brasileiro demonstra, cada vez mais, que a base para um empreendimento de sucesso é o planejamento detalhado de cada etapa da construção, evidenciando, de forma concludente a necessidade de uma maior importância na etapa referente ao planejamento.

O fluxo de informações deve ser constantemente atualizado dentro de um empreendimento, para propiciar à equipe de planejamento, subsídios para a tomada de decisões, portanto, torna-se indispensável, o uso de ferramentas que sinalizem a real necessidade de matérias-primas para que o fluxo de produção se mantenha de tal forma que não gere ociosidade ao sistema de produção, o que poderia gerar atrasos nas etapas subsequentes, além de gerar informações para a equipe de planejamento poder redimensionar as equipes em caso de atrasos ou folgas no cronograma anteriormente previsto.

O presente trabalho tem como função a melhoria dos fluxos de produção e serviços em uma obra de construção civil, a partir do planejamento prévio de seus elementos com a utilização de métodos e tecnologias logísticas, reduzindo, desta forma, custos com movimentações desnecessárias e que não agregam valor ao produto final que é a edificação em si, além de propiciar maior agilidade aos operários devido à manutenção das frentes de serviço e do correto posicionamento dos materiais a serem utilizados dentro do canteiro de obras do empreendimento.

2. DEFINIÇÃO DO PLANO DE TRABALHO

O plano de trabalho consiste em diversas etapas organizadas de forma a orientar o aluno de forma mais precisa e tornar mais evidente os resultados obtidos dentro do prazo definido de um semestre, as etapas são:

- 1) Revisão bibliográfica;
- 2) Elaboração do relatório parcial;
- 3) Análise da situação atual do canteiro de obras;
- 4) Aplicação do sistema SLP no empreendimento;
- 5) Análise e aplicação de técnicas logísticas, no empreendimento;
- 6) Análise e discussão dos resultados obtidos;
- 7) Entrega do relatório final;

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo Muther (1978) existem quatro fases para o projeto de planejamento de layout, sendo elas: localização (fase I), arranjo físico geral (fase II), arranjo físico detalhado (fase III) e implantação (fase IV). Temos que na primeira fase, é definida a área reservada para a atividade e pela preocupação em como fazer a integração com a área externa; Na segunda fase, é definida pelo agrupamento de conceitos de distribuição de layout e de movimentação no plano geral; A terceira fase é semelhante à anterior, mas em planos específicos e detalhados; e a quarta fase é determinada pela implantação do layout definido.

De acordo com Muther e Wheeler (2000), O Planejamento Sistemático de Layout é um conjunto de seis procedimentos a serem seguidos na confecção do layout de uma área. Ele é adequado para projetos menores e que não exigem o tratamento completo do SLP.

Os procedimentos a serem adotados conforme Muther e Wheeler (2000) são:

- 1) Apresentar o diagrama de relações.
- 2) Estabelecer as necessidades de espaço.
- 3) Relações das atividades no diagrama.
- 4) Desenhar os layouts de relação de espaços.
- 5) Avaliar os arranjos.
- 6) Detalhar plano de layout selecionado.

Como a área em análise é relativamente reduzida, optou-se pelo planejamento simplificado de layout com a finalidade de reduzir o tempo de aplicação da metodologia, já que os resultados obtidos do sistema simplificado e do sistema completo gerariam propostas semelhantes para o layout.

Para o entendimento de certos fundamentos que serão apresentados é necessário ter ciência das três grandes áreas da cadeia de suprimentos, que são:

- 1) Suprimentos (Administração de materiais).
- 2) Produção (Manufatura).
- 3) Distribuição física.

Segundo Vieira (2006), Entendido o que seja uma cadeia de suprimentos, constituída através de suas três áreas e com o envolvimento de seus vários agentes internos e externos, pode-se fazer uma perfeita analogia com um canteiro de obras de uma edificação. O canteiro, em si, seria a unidade fabril com seus diversos departamentos internos, apresentando numa extremidade o conjunto de vários fornecedores e na outra extremidade os clientes que irão consumir o produto. Os agentes externos, os fornecedores, têm que interagir de forma eficiente com as necessidades do canteiro de maneira a garantir o fornecimento adequado de seus produtos, quer sejam de materiais e/ou serviços.

Com isso, evidenciam-se as semelhanças de um canteiro com um piso de fábrica, com a diferença básica de que a fábrica tem postos fixos, os materiais entram e o produto final sai dela, já no canteiro os materiais e mão-de-obra entram e lá os materiais ficam incorporados ao produto final através dos serviços executados pela mão-de-obra.

Segundo Vieira (2006), a elaboração do projeto do canteiro de obras deve ter informações e definições bem determinadas, sendo elas: definição clara das diversas fases do desenvolvimento da obra, definição dos elementos que devem estar presentes no canteiro e suas características, priorização dos elementos previstos, análise do relacionamento entre esses elementos pré-definidos, estudo dos fluxos dos processos previstos e análise da alocação dos elementos no canteiro. Além disso, devem-se ter pré-determinadas algumas diretrizes, sendo elas: as tecnologias construtivas que serão utilizadas, os recursos físicos necessários, as demandas por espaços dentro do canteiro e o plano estratégico de ataque da obra.

Segundo Vieira (2006), Uma técnica muito empregada dentro da tecnologia logística é o just-in-time. O just-in-time é na verdade um método de gerenciamento de manufatura desenvolvido pelos japoneses com o objetivo de reconstruir a economia do país após a Segunda Guerra Mundial. Nesse método de gerenciamento os japoneses procuraram desenvolver técnicas de manufatura de forma a aumentar a eficiência e a eficácia dos seus processos, encaminhando a produtos mais competitivos no mercado externo.

Ainda de acordo com Vieira (2006), Resumindo o conceito do just-in-time, pode-se dizer que é uma metodologia operacional que se fundamenta no princípio de que nenhum insumo deve chegar ao local em que foi requisitado sem que seja imediatamente utilizado, na quantidade certa, na qualidade certa e no momento exato da sua solicitação, ou seja, sistema de produção sem estoque.

Em um canteiro de obras é imprescindível a utilização de recursos visuais para a identificação e manutenção dos níveis de matéria prima para a constante evolução da produção, de forma a permitir a contínua execução da cadeia produtiva das atividades relacionadas ao consumo das matérias primas.

De acordo com Ohno (1997), Com o Kanban todo o processo de ressuprimento passa a ser “puxado” pelo processo seguinte, reduzindo assim o volume de estoque. A utilização deste sistema demonstra os desperdícios do processo, gerando a necessidade de melhoria, isso é um motivador para a redução de mão-de-obra, estoques e produtos defeituosos.

Logo, a tecnologia logística referente ao just-in-time, gera menores custos de armazenagem, manutenção e perda de estoques devido à deterioração, além da redução significativa de áreas ocupadas em canteiro que muitas vezes são críticas dependendo do terreno do empreendimento.

4. METODOLOGIA

Reunião de orientação para a determinação do plano de estudo.

Elaboração de um resumo do trabalho.

Revisão bibliográfica, que consiste na pesquisa teórica sobre o tema em questão, através da bibliografia indicada.

Relatório parcial, que consiste na síntese do plano de trabalho, da revisão bibliográfica e dos métodos utilizados.

Pesquisas sobre aplicação do Planejamento Sistemático de Layout (S.L.P.) na construção civil a partir da bibliografia indicada.

Pesquisas sobre aplicação de técnicas logísticas na construção civil, que consiste em uma pesquisa de técnicas como o *lean thinking* e suas aplicações devidamente direcionadas para o ramo da construção civil.

Coleta de informações e desenvolvimento de técnicas aplicáveis na construção civil, analisar os processos já existentes e determinar sua aplicabilidade no empreendimento em questão.

Relatório final: Apresentação final da monografia, contendo resumo, sumário, introdução, fundamentos teóricos, metodologia, detalhamento das atividades desenvolvidas, resultados, conclusões e referências.

Pôster para exposição: Apresentação final do projeto para os docentes de graduação da Faculdade de Engenharia Civil da Unicamp.

5. DETALHAMENTO DAS ATIVIDADES ENVOLVIDAS

5.1 Sistema S.L.P.

Para aplicação do Sistema S.L.P., os primeiros dados de entrada consistem em definir a produção, a quantidade produzida de cada item, o roteiro do processo, os serviços de apoio necessários e o tempo operacional.

A partir daí, analisa-se a variedade dos produtos em relação as suas respectivas quantidades, visando descobrir os pontos mais importantes de todo o processo e possíveis gargalos, com o intuito de aplicar modificações benéficas em larga escala.

Os procedimentos a serem adotados no sistema SLP conforme MUTHER E WHEELER (2000) são:

- 1) Apresentar o diagrama de relações: Identificar cada atividade envolvida e relacioná-las num diagrama de relações, registrando o grau de proximidade desejado para cada atividade relativa às demais; Justificando os motivos para cada grau de proximidade registrado.
- 2) Estabelecer as necessidades de espaço: Listar os requisitos de área de cada atividade e bem como as utilidades, equipamentos especiais e restrições para cada atividade.
- 3) Relações das atividades no diagrama: Configurar o arranjo das atividades de forma a manter os critérios de proximidade, afastando e aproximando as atividades conforme seus requisitos.
- 4) Desenhar os layouts de relação de espaços: Alocar, em planta, as áreas requeridas a cada atividade levando em consideração seus graus de proximidade e possíveis restrições. Desenhar mais de uma solução.
- 5) Avaliar os arranjos: Determinar a partir de pesos e ponderações para cada aspecto de cada alternativa o melhor arranjo, sendo que notas finais próximas devem ser reavaliadas com maior precisão.

- 6) Detalhar plano de layout selecionado: Identificar as áreas e características principais, desenhando os equipamentos, máquinas e outras características em detalhe, de forma a tornar o layout realista e funcional.

5.2 Distâncias de transporte

A partir da utilização de métodos empíricos, levando em conta a carga a ser transportada, define-se o melhor posicionamento das cargas, como, por exemplo, blocos de alvenaria, elementos pré-moldados e silos de argamassa, visando à minimização dos momentos de transporte, das distâncias percorridas, e logo, dos custos inerentes a esse excesso de movimentação dos materiais, que geram deterioração, quebras e contaminações, o que contribui fortemente para o desperdício de matéria-prima.

Defini-se também a quantidade de equipamentos de transporte, de forma a não se obter uma taxa de utilização e produtividade adequada dos equipamentos, como, por exemplo, as mini-gruas para o transporte vertical de matérias para os pavimentos superiores de cada edifício do empreendimento em estudo.

6. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

O empreendimento em questão será implantado em duas fases, sendo que a fase 1, que foi a fase analisada, tem a seguinte disposição dos blocos em planta:

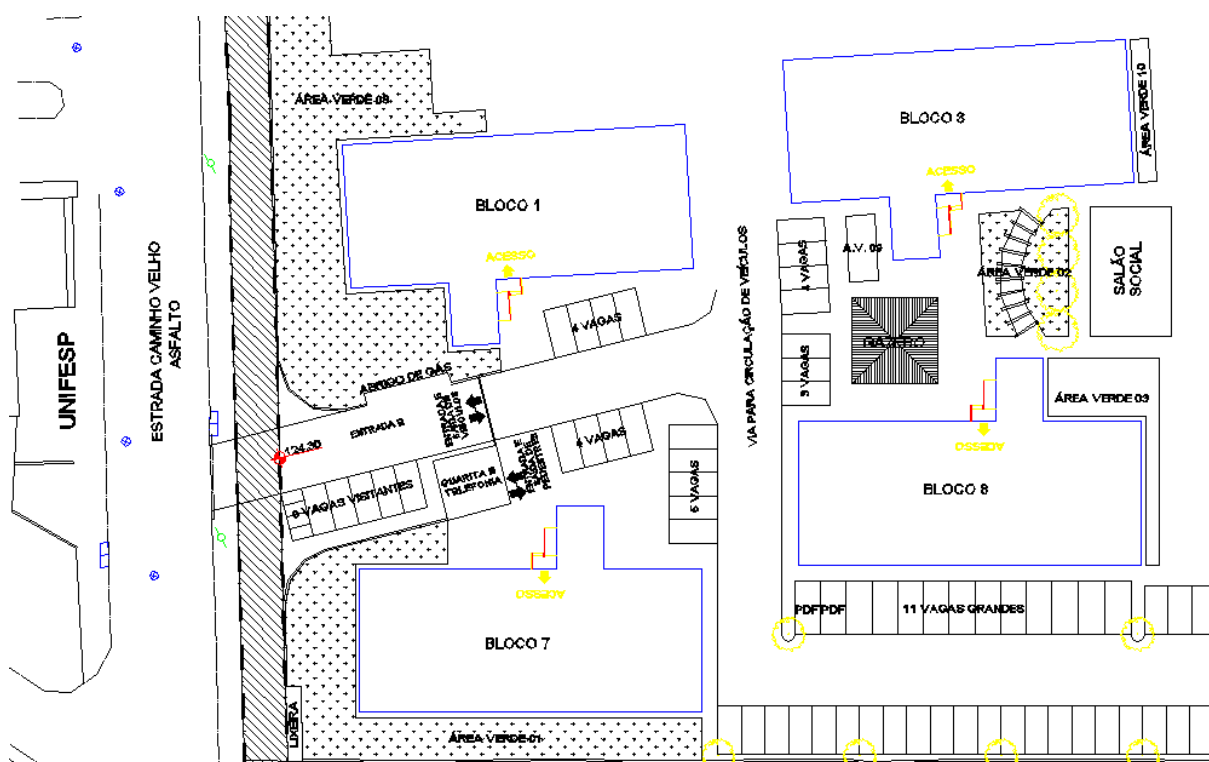


Figura 1 – Implantação do empreendimento na fase 1, contendo 4 blocos.

Seguindo o modelo de implantação apresentado, aplicou-se o Planejamento Simplificado de layout (Sistema S.L.P.), ao supracitado empreendimento, a partir do qual se obteve a seguinte carta de inter-ligações preferenciais:

CARTA DE INTER-LIGAÇÕES PREFERENCIAIS

Fábrica (Companhia) WGT Projeto Duro
 Diagramado por Secundo Emitente _____
 Data _____ Folha _____ de _____
 Referência _____

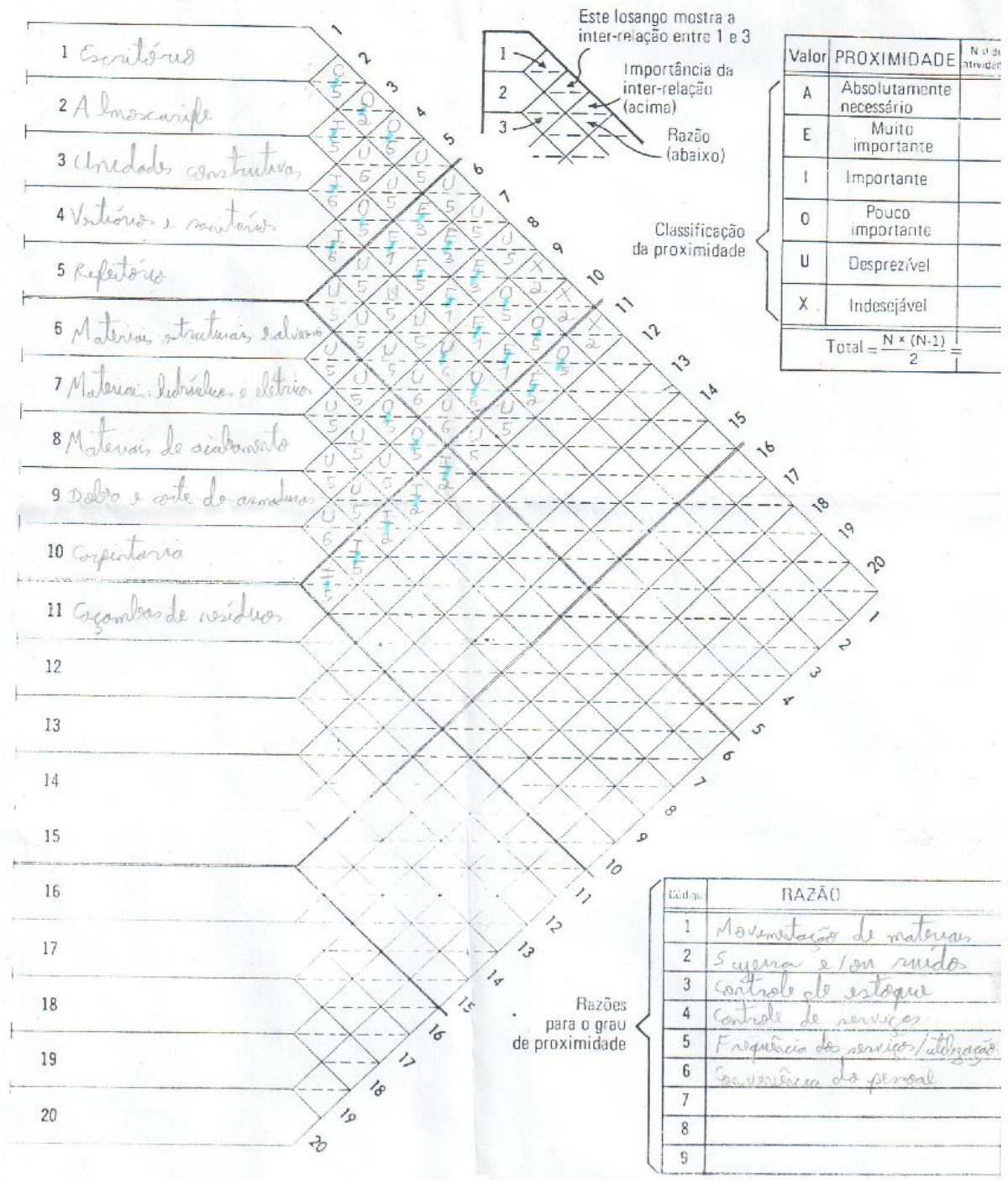


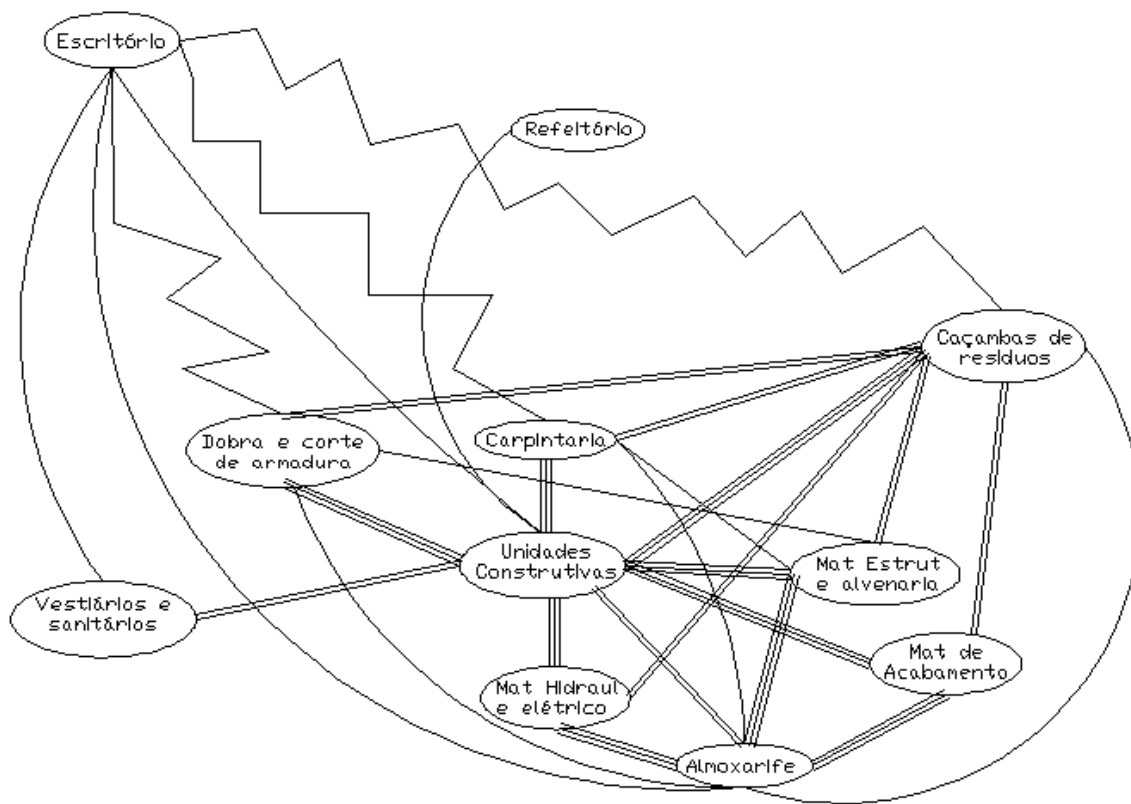
Figura 2 – Carta de inter-ligações preferenciais.

A partir da carta de inter-ligações preferenciais, definiu-se a necessidade de áreas para cada uma das atividades presentes, de forma a otimizar os espaços, permitindo seu uso sem sub-dimensionamento, tampouco, super-dimensionamento, levando em consideração as características dos materiais, dimensões e quantidades mínimas necessárias para a sua utilização nas atividades presentes, obtendo-se as seguintes áreas:

- 1) Escritórios: $5 \times 14 \text{m} = 70 \text{m}^2$.
- 2) Almoxarife: $7 \times 23 \text{m} = 161 \text{m}^2$.
- 3) Unidades construtivas: $4 \times 453 = 1812 \text{m}^2$.
- 4) Vestiários e Sanitários: $6 \times 15 = 90 \text{m}^2$.
- 5) Refeitório: $5 \times 15 = 75 \text{m}^2$.
- 6) Material estrutural e alvenaria: $12 \times 5,5 + 2,3 \times 5,9 + 2,5 \times 2,5 = 86 \text{m}^2$.
- 7) Material hidráulico e elétrico: $6,5 \times 2 + 7,5 \times 0,8 + 2,5 \times 4 = 29 \text{m}^2$.
- 8) Material de acabamento: $2 \times 2 + 2 \times 1,5 + 1 \times 1,5 + 2 \times 1 + 2,5 \times 2 = 15,5 \text{m}^2$.
- 9) Dobra e corte de armadura: $4 \times 15 = 60 \text{m}^2$.
- 10) Carpintaria: $5 \times 8 = 40 \text{m}^2$.
- 11) Caçambas de resíduos: $5 \times 10 = 50 \text{m}^2$.

O material hidráulico e elétrico será armazenado dentro do próprio almoxarifado, devido às dimensões das tubulações hidráulicas que são comercializadas em unidades de 6 metros de comprimento, o que dificulta seu posicionamento dentro da própria unidade construtiva, e devido ao risco de furto do material elétrico caso fique dentro das unidades construtivas.

A partir da carta de inter-ligações preferenciais, elaborou-se as relações de atividades no diagrama, que está representado na seguinte figura:



Absolutamente necessário	=====	Pouco importante	_____
Muito importante	=====	Desprezível	_____
Importante	=====	Indesejável	~~~~~

Figura 3 – Diagrama de relações das atividades.

No empreendimento em questão, será utilizada alvenaria estrutural com pontos de graute e placas de laje pré-moldadas, as lajes serão içadas por guindastes e o graute será fornecido em silos.

Dado o diagrama de relações de atividades e de critérios econômicos, chegou-se aos três arranjos apresentados a seguir para o material estrutural e alvenaria:

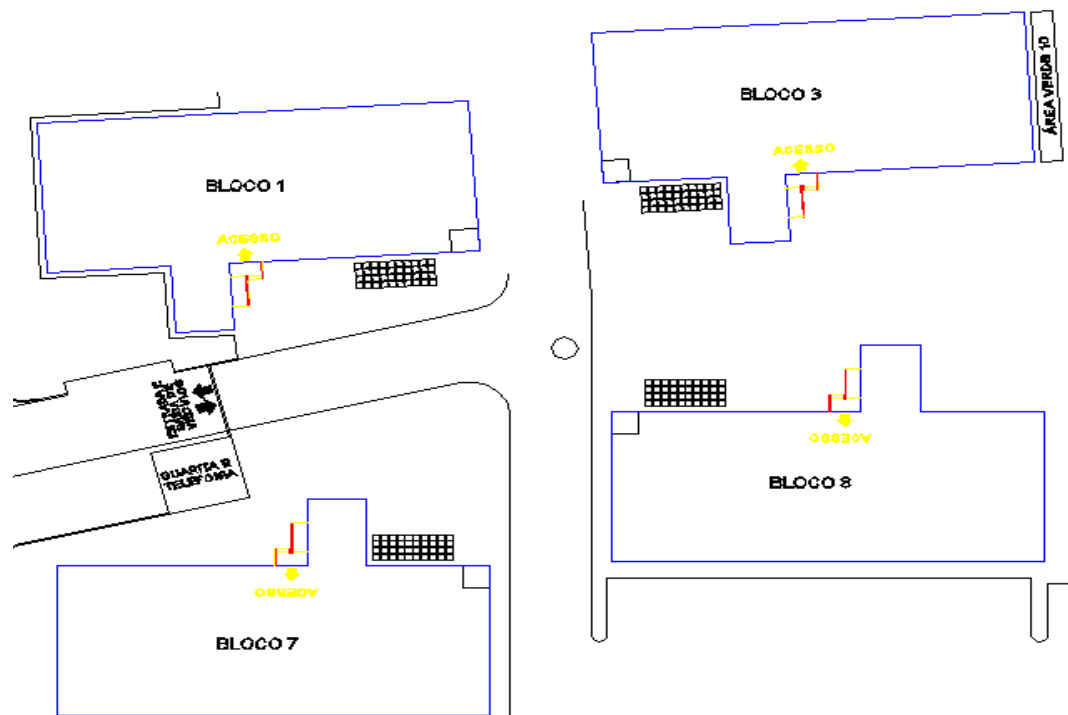


Figura 4 – Arranjo nº1

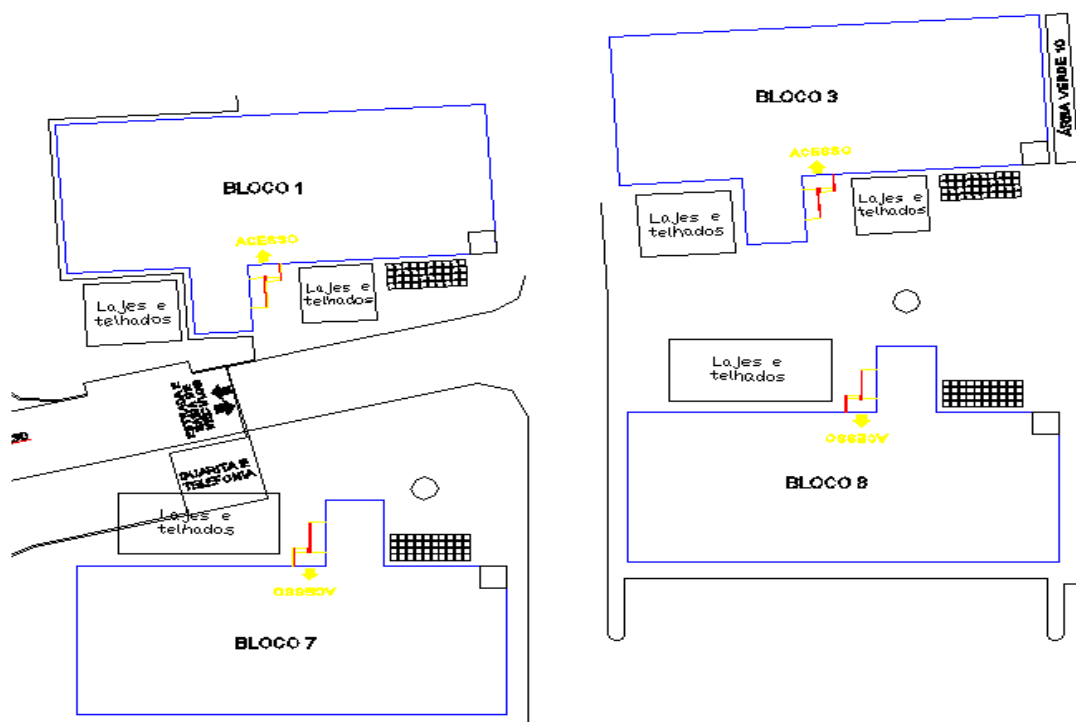


Figura 5 – Arranjo nº2

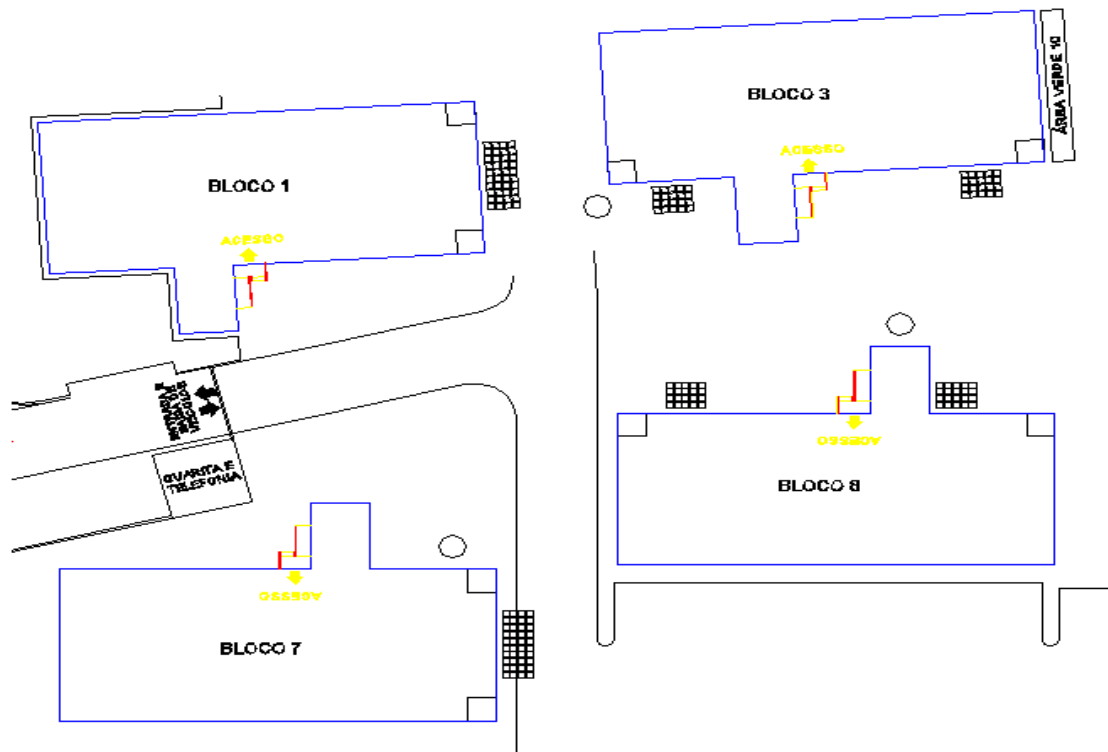


Figura 6 – Arranjo n°3

Optou-se pela alternativa n°2, devido à utilização de apenas dois silos de argamassa ao invés de um ou três silos, devido à economia de aluguel de silo e a minimização de interferências com outros serviços e, também, às distâncias de transporte referente às demais alternativas, sendo que as áreas para o posicionamento das placas de laje e material de alvenaria mostradas no arranjo n°2 são as mesmas para as três alternativas.

A partir do diagrama de relações de atividades, chegou-se aos três arranjos apresentados a seguir para a área externa:

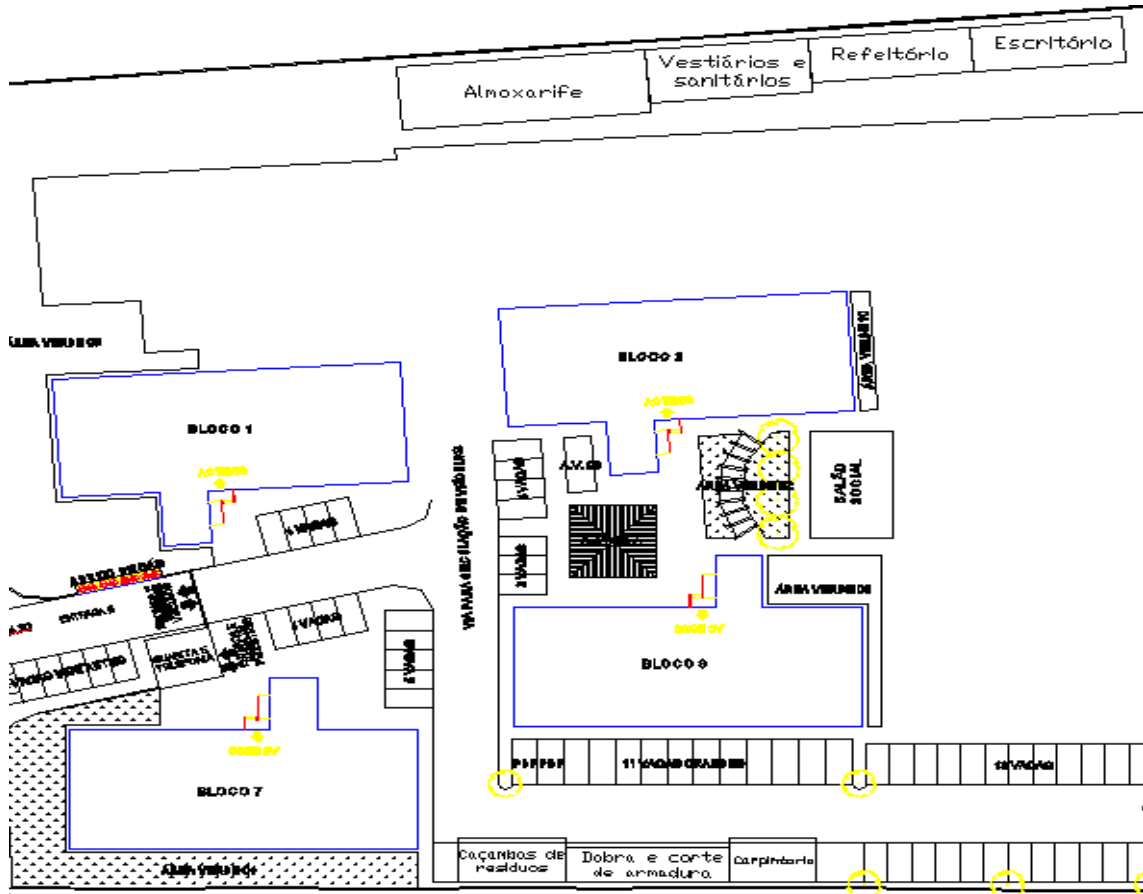


Figura 7 – Arranjo externo nº1

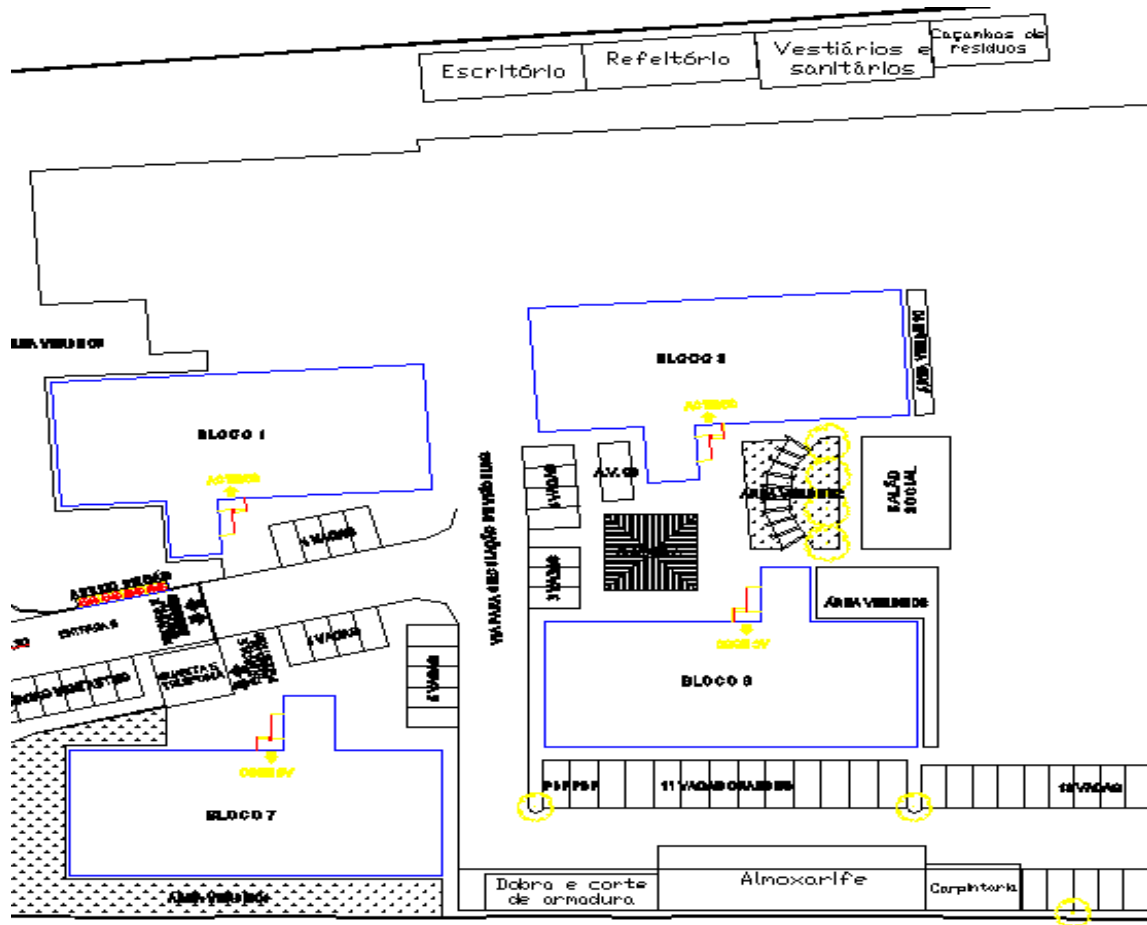


Figura 8 – Arranjo externo nº2

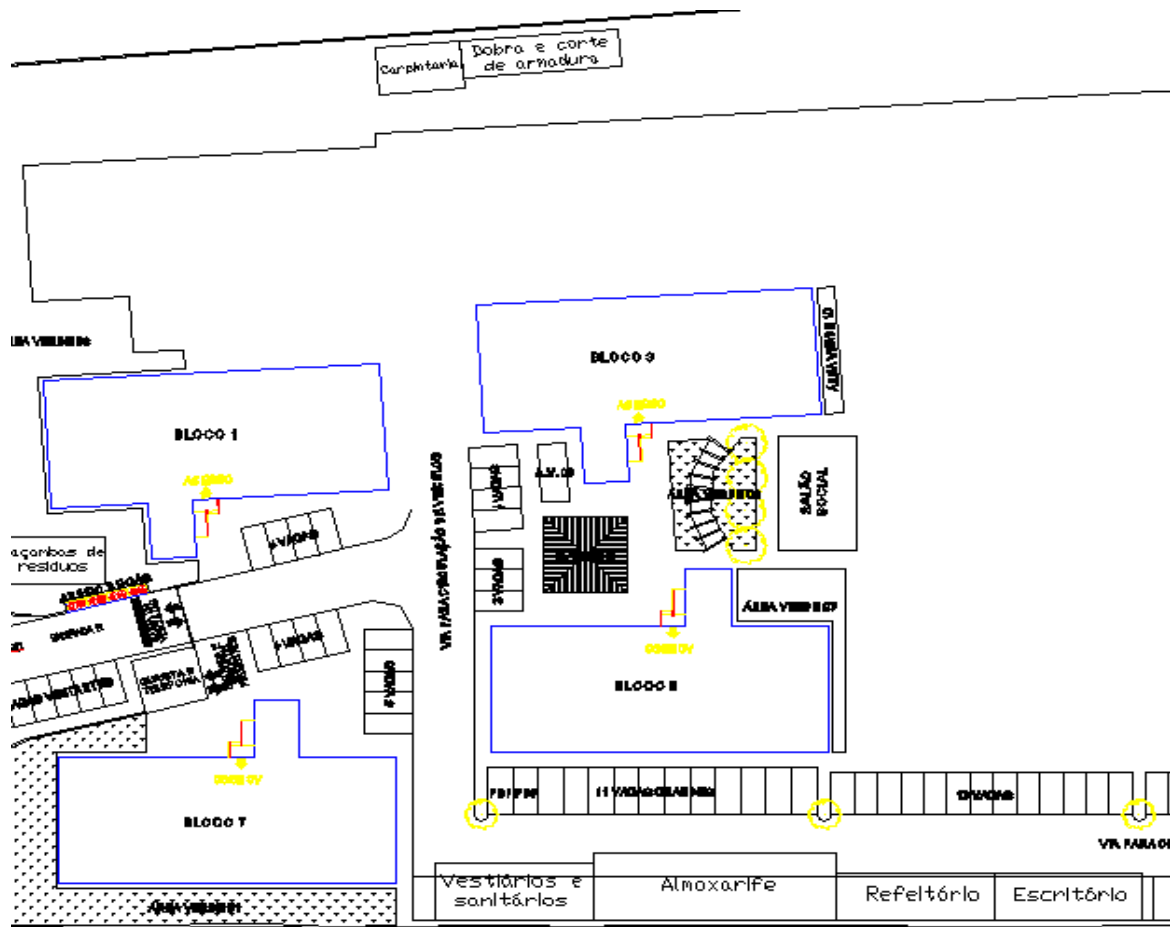


Figura 9 – Arranjo externo n°3

Optou-se pelo arranjo externo apresentado na opção 2, devido ao almojarife, dobra e corte de armadura e carpintaria ficarem dispostos mais próximos às unidades construtivas, gerando menores distâncias de transporte, visto que esses serviços são largamente utilizados ao longo do empreendimento, o que minimiza os custos e tempo gastos com operações que não agregam valor ao produto final.

Para a configuração interna das unidades construtivas, utilizou-se o critério de alocação de materiais por simetria, visto que, a unidade construtiva é simétrica, reduzindo-se, desta forma, as distâncias de transporte e distribuição de materiais uniforme conforme a sua utilização na unidade, chegou-se a seguinte alternativa para os andares térreo e tipo, respectivamente:

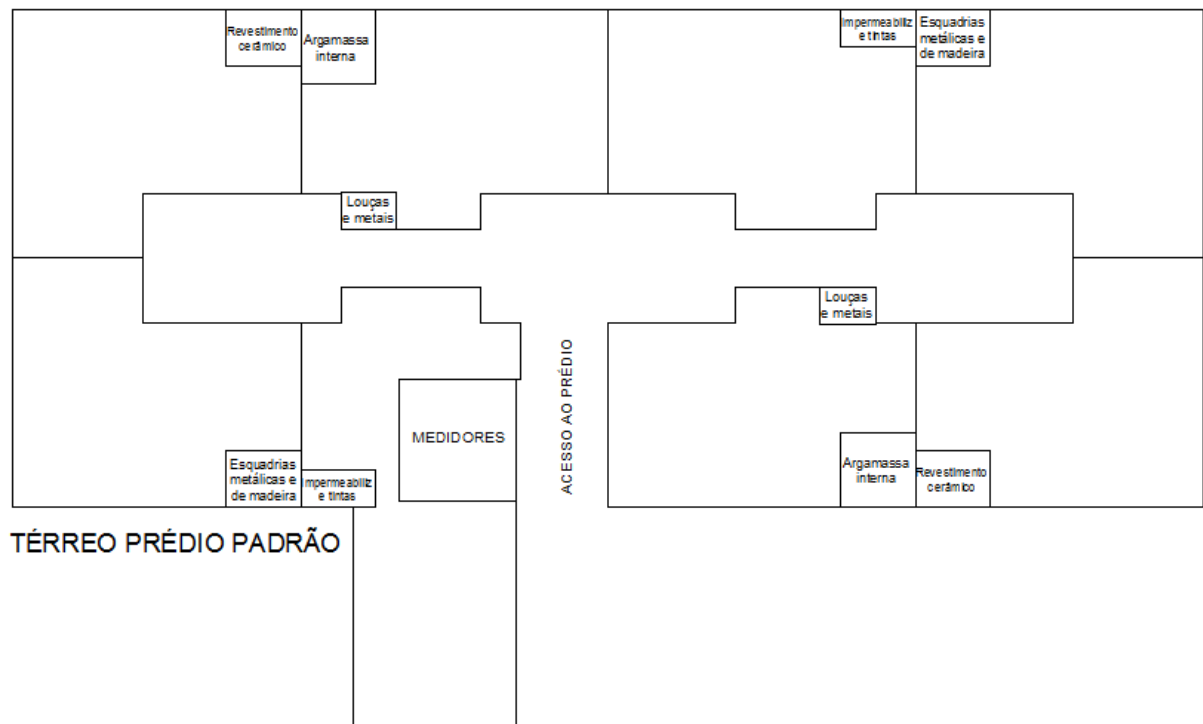


Figura 10 – Arranjo interno para andar térreo.

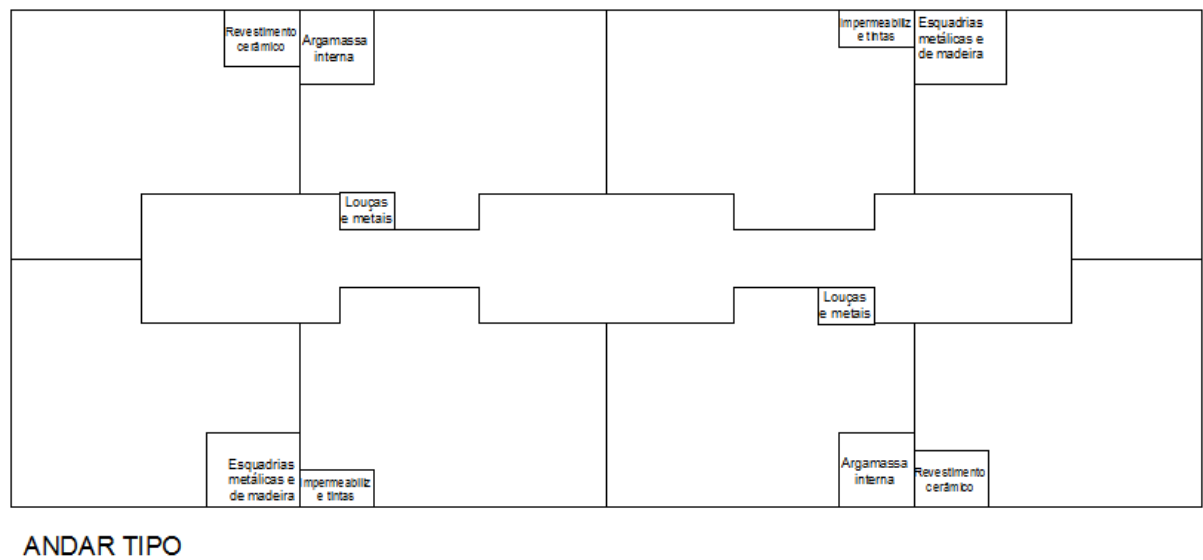
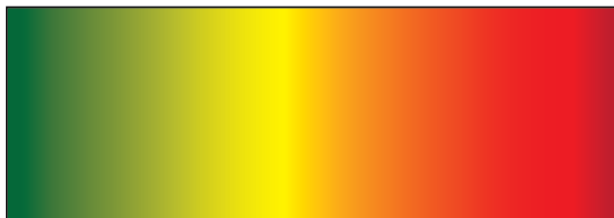
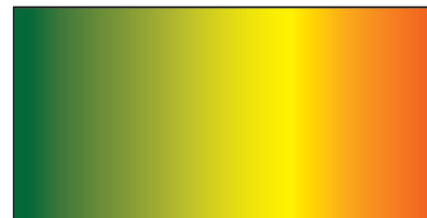


Figura 11 – Arranjo interno para andar tipo.

Para o controle de estoque, adotou-se um sistema de informação visual, de forma a permitir a fácil identificação do nível de estoque para os diversos materiais do empreendimento, para tal foi utilizado um sistema visual baseado em placas para cada material, nas quais a tira colorida apresentada, foi inspirada nas cores presentes em semáforos de sinalização de trânsito, essa tira corre ao longo de um marcador, sendo que no nível médio a tira já começa a apresentar tons em vermelho, e o nível máximo, apresentado no início da cor verde, corresponde ao estoque máximo. Abaixo da tira, é apresentado o parâmetro de estoque máximo, para permitir uma rápida avaliação do nível. Abaixo segue um exemplo para a argamassa de revestimento interno:



Nível máximo:
300 sacos de argamassa



Nível a 40%

Figura 12 – Sistema visual para controle de estoque.

7. CONCLUSÕES

A utilização dos métodos apresentados evidencia os benefícios gerados para um canteiro de obras, pois minimiza os conflitos entre as inúmeras atividades existentes no canteiro, reduzindo substancialmente o desperdício de matéria-prima, e a alocação de mão-de-obra em atividades que não agregam valor ao empreendimento.

Os materiais devem ser alocados de forma aos operários que vão utilizá-los terem pronto acesso, e às menores distâncias de transporte possíveis, e não prejudicar as demais atividades às quais não são destinados, por isso torna-se tão importante a definição de espaços mínimos e onde estes espaços estarão localizados para atender de forma adequada os requisitos da dinâmica de um empreendimento, pois, normalmente, ocorrem diversas atividades simultaneamente, e é imprescindível a coordenação entre as atividades de forma a manter o fluxo de informação e serviços funcionando plenamente a fim de alcançar níveis de qualidade condizentes com o planejamento.

O conceito de *just in time* tem como princípio que o material esteja disponível somente quando for prontamente utilizado. Na atual realidade da construção civil, esta metodologia deve ser aplicada com muito cuidado, devido à alta demanda de matéria-prima decorrente do mercado brasileiro estar aquecido atualmente. No entanto, com a utilização de curtos períodos de folga, ou seja, margem de segurança, o sistema pode ser utilizado alcançando excelentes resultados, garantindo, a presença do material no instante da sua utilização, e também um mínimo tempo de ociosidade no canteiro de obras, diminuindo significativamente os custos com manutenção, perdas e desperdícios gerados no processo de armazenagem.

Com o posicionamento das matérias-primas o mais próximo da região de utilização, diminui-se o uso de mão-de-obra de transporte, e particularmente, quando é feito o posicionamento dos materiais dentro das unidades construtivas, em cada andar, possibilita um maior controle das atividades ao longo da sua execução, possibilitando o rastreamento e identificação da produtividade de cada equipe, e a sua eficácia, permitindo a identificação das equipes de profissionais menos adequadas, de forma a permitir a sua requalificação ou, em casos extremos, substituição, e também, permitir a identificação dos bons profissionais, de

forma a permitir a adoção de medidas de valorização dos profissionais, até mesmo, promover alterações de cargo e utilizar as habilidades desses profissionais para a reciclagem e treinamento de outros profissionais.

Com a utilização do sistema visual para controle de estoque, têm-se uma ferramenta extra para a manutenção de níveis adequados de matéria-prima a serem utilizados pelos operários, de forma a não ter-se frentes de trabalho ociosas devido à falta de material para a execução dos diversos serviços

A partir das análises desenvolvidas, evidencia-se que para cada empreendimento, deve ser feita uma análise particular, pois os métodos construtivos, matérias-primas e espaços podem divergir, e muito, dos aqui apresentados, portanto uma nova análise deve ser feita sempre que houver mudança em alguma das características de um empreendimento.

As estruturas que permanecerão no canteiro durante grande parte da obra como escritórios, almoxarifado, banheiros e vestiários devem ser alocadas em uma região que não será utilizada antes do fim da obra, isso se deve ao fato de não ser interessante a movimentação dessas estruturas ao longo da obra, por isso deve-se alocar tais estruturas em locais tais como jardins ou estacionamentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MUTHER, R. Planejamento do layout: sistema S.L.P. São Paulo: Edgard Blucher, 1978.

MUTHER, R.; HAGANAS, K. Análise da movimentação de materiais: sistema S.H.A. São Paulo: IMAM, 1984.

MUTHER, R.; WHEELER, J. D. Planejamento simplificado de layout (sistema SLP). São Paulo: IMAM, 2000.

VIEIRA, H. F. Logística aplicada à engenharia civil: Como melhorar o fluxo de produção nas obras. São Paulo: PINI, 2006.

OHNO, Taiichi. O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.