PROPOSTA DE MELHORIA DE UM CANTEIRO DE OBRAS COM A UTILIZAÇÃO DO SISTEMA DE PLANEJAMENTO DE LAYOUT (SPL): UM ENSAIO TEMÁTICO

VILA VELHA

2013

AMARYLLIS DE ALBUQUERQUE ROLLEMBERG G. DE OLIVEIRA

CHRISTIANE SILVA ZANCANELA

RENATA RODRIGUES MARTINS

PROPOSTA DE MELHORIA DE UM CANTEIRO DE OBRAS COM A UTILIZAÇÃO DO SISTEMA DE PLANEJAMENTO DE LAYOUT (SPL): UM ENSAIO TEMÁTICO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Pós-Graduação em Gerenciamento e Execução de Obras, Pós-Graduação *lato sensu*, do Instituto IDD como requisito parcial para obtenção do Grau de Especialista em Gerenciamento e Execuções de Obras Civis.

Orientador: Prof. Fábio de Almeida Có.

Co-orientador: Prof. Msc. Luís César De Luca.

VILA VELHA

2013

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Fábio de Almeida Có pela valiosa colaboração no desenvolvimento deste trabalho e aos nossos familiares pela paciência e compreensão.

FOLHA DE APROVAÇÃO

PROPOSTA DE MELHORIA DE UM CANTEIRO DE OBRAS COM A UTILIZAÇÃO DO SISTEMA DE PLANEJAMENTO DE LAYOUT (SPL): UM ENSAIO TEMÁTICO

Por

AMARYLLIS DE ALBUQUERQUE ROLLEMBERG G. DE OLIVEIRA

CHRISTIANE SILVA ZANCANELA

RENATA RODRIGUES MARTINS

TRABALHO APROVADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE ESPECIALISTA EM GERENCIAMENTO E EXECUÇÃO DE OBRAS, DO INSTITUTO IDD, PELA COMISSÃO FORMADA PELOS PROFESSORES A SEGUIR MENCONADOS.

Vila Velha (ES), _____ de _____ de 2014.

Fábio de Almeida Có

Luís César De Luca

RESUMO

O presente trabalho apresenta uma metodologia de planejamento para layout de canteiro de obras, através da aplicação do Sistema de Planejamento de Layout (SPL) no desenvolvimento de um Ensaio Temático.

São discutidos os conceitos utilizados como referencia para o desenvolvimento da metodologia, e os princípios de racionalização construtiva e da nova filosofia de produção de edifícios, incorporados como diretrizes para a elaboração do projeto do canteiro de obras.

Conclui-se com uma análise crítica da metodologia, a partir da simulação da sua aplicação a uma das obras estudadas e as contribuições obtidas com a metodologia apresentada.

Palavra chave: Sistema de planejamento de layout, canteiro de obras e arranjo físico.

ABSTRACT

The present work presents a planning methodology for layout construction site, through the application of planning Layout system (PLS) in the development of a thematic essay.

The concepts used, as a reference for the development of the methodology, are discussed, and the principles of constructive rationalization and new philosophy of building production, incorporated as guidelines for the preparation of the project of construction site.

It concludes with a critical analysis of the methodology, from the simulation of its application to one of the works studied and the contributions, obtained with the methodology presented.

Key words: Systematic layout planning, construction site and physical arrangement.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. O Sistema de Procedimento SPL (MUTHER, 1973) 16

Figura 1. O Sistema de Procedimento SPL adotado.....27

Tabela 1. Procedimentos para a construção da Carta de Interligações Preferenciais..34

Figura 3. Planta Baixa do Ensaio Temático.....39

Figura 4. Linha de Balanço.....40

Figura 5. Fluxograma de Materiais.....46

Tabela 2. Histograma de Materiais.....50

Figura 6. Carta de Interligação.....52

Figura 7. Planta Baixa Inicial.....53

Figura 8. Planta Baixa Layout Final.....54

Sumário

1 - INTRODUÇÃO 9
2 - PROBLEMA 12
3 - OBJETIVOS 13
3.1 - OBJETIVO GERAL 13
3.2 - OBJETIVO ESPECÍFICO 13
4 - JUSTIFICATIVAS 14
4.1 - JUSTIFICATIVAS TECNOLÓGICAS 14
4.2 – JUSTIFICATIVAS SOCIAIS 14
4.3 - JUSTIFICATIVAS ECONOMICAS 14
4.4 - JUSTIFICATIVAS ECOLÓGICAS 14
5 - HIPÓTESE 15
6 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 16
7 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 17
8 - METODOLOGIA 31
9 - APLICAÇÃO DA METODOLOGIA 37
10 - CONCLUSÃO 555
11 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 57

1 - INTRODUÇÃO

Desde os anos 80 se observa no País uma tendência de aplicação de ferramentas da Gestão da Qualidade Total (Total Quality Management - TQM). Muitas empresas de construção voltaram-se para o desenvolvimento de sistemas de gestão da qualidade tanto para melhorar processos produtivos como também para obtenção da ISO 9000. Apesar de ter trazido benefícios, o TQM atende apenas de forma parcial às necessidades das empresas. Os conceitos, princípios e ferramentas desse método não contemplam, com a devida profundidade, a eficiência do sistema de produção.

Por isso, nos anos 90, um novo referencial teórico foi construído para a gestão de processos na construção civil com o objetivo de adaptar alguns conceitos e princípios gerais da área de Gestão da Produção às peculiaridades do setor.

Ainda hoje, no caso do planejamento das instalações dos canteiros de obras de edificações, observa-se uma ausência de critérios e bases teóricas para a sua realização, o que acarreta diversos problemas que interferem no processo produtivo. Embora muitas das deficiências identificadas nos canteiros de obras terem origem em etapas anteriores do empreendimento, tais como falta de compatibilização de projetos e de procedimentos de execução dos serviços, existe um grande potencial de ganho na implantação de melhorias nos canteiros.

O planejamento do layout de um canteiro de obras visa obter a melhor utilização do espaço disponível, locando ou arranjando operários, materiais e equipamentos, de forma que sejam criadas condições propícias para a realização de processos com eficiência, através de mudanças no sequenciamento de atividades, da redução de distâncias e tempos de deslocamento e da melhor preparação dos postos de trabalho.

Assim como para qualquer outra atividade, a experiência e a criatividade do projetista serão fundamentais para conciliar as necessidades com a disponibilidade de áreas; ressaltando-se que não existe uma solução única mas diferentes possibilidades. Nesta situação, valores estimados, imprecisos e subjetivos são utilizados para simplificar o trabalho, sendo assumidos valores típicos determinísticos, mas aproximados, acarretando em desvios que necessitam de diversos ajustes ao longo do processo.

Como muitas vezes o especialista trabalha com dados subjetivos, o planejamento do arranjo físico do canteiro de obras é um processo interativo. O especialista busca obter o melhor arranjo que satisfaça os fatores gerais e o menor deslocamento de equipamentos e materiais de uma fase a outra. Tendo isso em mente, propõe-se uma metodologia de análise e agrupamento dos elementos do canteiro de obras baseados em dados subjetivos.

Poucas empresas, de fato, se debruçaram sobre a importância do planejamento no canteiro e realmente compreenderam o papel da logística no fluxo de produção das obras.

Segundo o professor Francisco Cardoso, somente no início do século XXI, as construtoras abriram os olhos para os aspectos logísticos nas suas interfaces interna e externa com o canteiro, que não era uma prerrogativa apenas no Brasil, de certa forma, também era novidade até na Europa.

O planejamento do canteiro, em particular, tem sido um dos aspectos mais negligenciados na indústria da construção, sendo que as decisões são tomadas à medida em que os problemas surgem, no decorrer da execução (HANDA, 1988). Em consequência, os canteiros de obras muitas vezes deixam a desejar em termos de organização e segurança, fazendo com que, longe de criarem uma imagem positiva das empresas no mercado, recomendem distância aos clientes.

A falta de planejamento e preparo adequado do canteiro pode levar a retrabalhos, problemas no deslocamento e armazenamento de materiais, problemas com segurança e geração excessiva de resíduos, além de subutilização ou ociosidade da mão de obra contratada. Essas ocorrências já são um problema em si, mas o pior é que todas elas costumam causar atrasos no cronograma. “Existe , ainda, uma consequência não mensurável: desgaste físico e emocional dos profissionais com o estresse da situação inesperada”, alerta Rosana de Freitas, da Uneb.

“A escolha inadequada de um transporte vertical, por exemplo, pode comprometer a produtividade planejada para a execução dos serviços. Já um erro no dimensionamento dos equipamentos de produção ou transporte, por sua vez, pode gerar tempos desnecessários de espera nas equipes”, exemplifica Gabriel Borges, engenheiro civil e consultor do Centro de Tecnologia das Edificações – CTE / São Paulo.

Apesar de as vantagens, operacionais e econômicas, de um eficiente planejamento de canteiro, serem mais óbvias em empreendimentos de maior porte e complexidade (RAD, 1983), é ponto pacífico que um estudo criterioso do *layout* e da logística do canteiro deve estar entre as primeiras ações para que sejam bem aproveitados todos os recursos materiais e humanos empregados na obra, qualquer que seja seu porte (SKOYLES, 1987; TOMMELEIN, 1992; MATHEUS, 1993; SOILBELMAN, 1993; SANTOS, 1995).

Embora seja reconhecido que o planejamento do canteiro desempenha um papel fundamental na eficiência das operações, cumprimento de prazos, custos e qualidade da construção, os gerentes geralmente aprendem a realizar tal atividade somente através da tentativa e erro, ao longo de muitos anos de trabalho (TOMMELEIN, 1992). Raramente existe um método definido para o planejamento do canteiro, observando, em pesquisas junto a gerentes de obra, que os planos eram elaborados com base na experiência, no senso comum e na adaptação de projetos passados para as situações atuais (RAD, 1983).

Có[1] cita que, a fase de execução de canteiro de obras não é prestigiada pelos operários, pois em geral, nesta fase, não há pagamento por produção e inicialmente, não há sequer instalações sanitárias.

Segundo Peter Drucker, o planejamento não diz respeito a decisões futuras, mas às implicações futuras de decisões presentes. Qualquer atividade humana realizada sem qualquer tipo de preparo, é uma atividade aleatória que conduz, em geral, o indivíduo e as organizações a destinos não esperados, altamente emocionantes e via de regra a situações piores que aquelas anteriormente existentes.

[1] Fabio A. Có: Doutor em Engenharia Civil pela UFF/RJ

2 – PROBLEMA

Dada à situação, conforme descrito na introdução, este trabalho pretende responder a seguinte situação problema: como aplicar o sistema SPL (Sistema de Planejamento de Layout) para melhoria de um canteiro de obras que não utiliza a metodologia?

3 – OBJETIVOS

3.1 - OBJETIVO GERAL

Propor a melhoria do planejamento do canteiro de obras a partir da aplicação de sistemas produtivos sobre seu planejamento inicial para obter a melhor utilização do espaço físico disponível, de forma a possibilitar que homens e máquinas trabalhem com segurança e eficiência, principalmente através da movimentação de materiais, componentes e mão de obra.

3.2 - OBJETIVO ESPECÍFICO

No cumprimento do objetivo geral do trabalho, acabam surgindo algumas etapas intermediárias. Sendo assim, nosso objetivo específico é:

- Demonstrar a aplicação do SPL (Sistema de Planejamento de Layout) em um projeto de layout de canteiro de obras específico; e
- Modificar o Sistema SPL de MUTHER à realidade do ensaio temático.

4 - JUSTIFICATIVAS

4.1 - JUSTIFICATIVAS TECNOLÓGICAS

A combinação, de um grande número de elementos de canteiro com a pouca disponibilidade de espaço, torna a atividade de planejamento de layout semelhante à montagem de um “quebra-cabeça”. Este cenário exige que o planejador tenha disposição e criatividade para encontrar soluções inovadoras, proporcionando a implementação de novas tecnologias.

4.2 – JUSTIFICATIVAS SOCIAIS

A aplicação do SPL nos canteiros de obra promove operações eficientes e seguras e mantem alta a motivação dos empregados. No que diz respeito à motivação dos operários, destaca-se a necessidade de fornecer boas condições ambientais de trabalho, tanto em termos de conforto como de segurança do trabalho.

4.3 - JUSTIFICATIVAS ECONOMICAS

A aplicação de um bom arranjo físico pode ter custos apenas marginalmente superiores à implantação de um arranjo deficiente. O planejamento é que determina a existência de uma ou outra situação. Por sua vez, a atividade de planejamento de layout de canteiro de obras consome uma quantidade muito pequena de horas técnicas, não existindo, portanto, justificativas para sua não realização, já que os recursos despendidos são insignificantes face aos benefícios que resultam da sua execução qualificada.

4.4 - JUSTIFICATIVAS ECOLÓGICAS

Em um canteiro planejado é possível promover um maior controle de produção de resíduos, economizar energia e água, minimizando custos excessivos e contribuindo com a preservação do meio ambiente.

5 - HIPÓTESE

Uma série de modificações nos processos construtivos utilizados, através da aplicação do sistema SPL, conduzem a uma maior fluidez do trabalho, e, em consequência, a aumentos de produtividade e melhorias na qualidade do produto final.

Tais modificações poderiam ser ainda mais otimizadas caso o planejamento das instalações dos canteiros de obras não fosse realizado, na grande maioria dos casos, com uma quase total ausência de critérios e bases teóricas, acarretando diversos problemas que interferem no processo produtivo.

Portanto, é possível aplicar o sistema SPL para melhorar a funcionalidade do canteiro de obras.

6 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O Sistema SPL (Sistema de Planejamento de Layout) é uma sistematização de projetos de arranjo físico. O mesmo consiste de uma estruturação de fases, de um modelo de procedimentos e de uma série de convenções para identificação, avaliação e visualização dos elementos e das áreas envolvidas no planejamento. A sequência das fases do modelo de procedimentos está demonstrada na figura 1.

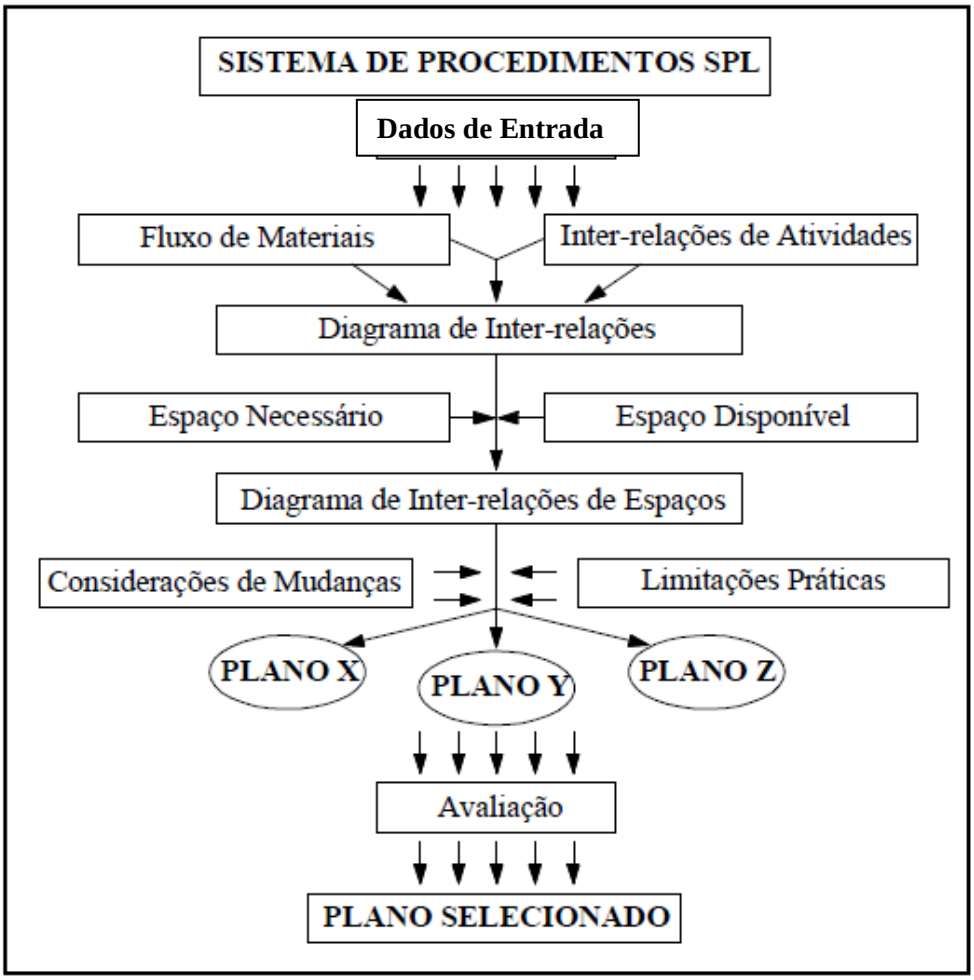


Figura 2 - O Sistema de Procedimento SPL

Todo arranjo físico se baseia em três conceitos fundamentais:

a) Inter-relações: grau relativo de dependência ou proximidade entre as atividades;

b) Espaço: quantidade, tipo e forma ou configuração dos itens a serem posicionados;

c) Ajuste: arranjo das áreas ou equipamentos da melhor maneira possível.

Esses três princípios são a essência de qualquer planejamento de arranjo físico, independente do produto, processo ou extensão do projeto.

7 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Inicialmente, seguem-se algumas definições a respeito do canteiro, seus tipos e elementos que o compõe. A maioria desses elementos do canteiro de obras está definida por norma, bem como suas subdivisões.

De acordo com Gabriel Borges, engenheiro civil e consultor do Centro Tecnológico de Edificações (CTE), a montagem inicial do canteiro deve seguir as diretrizes definidas na Norma Regulamentadora nº 18 (NR-18), mas algumas outras ações, tomadas antes do início dos serviços, contribuem para viabilidade técnica da execução.

Segundo a NR-18 (Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção), define-se canteiro de obras como: área de trabalho fixa e temporária onde se desenvolvem operações de apoio e execução de uma obra. A NB-1367 (Áreas de Vivências em Canteiros de Obras), define o canteiro como: áreas destinadas à execução e apoio dos trabalhos da indústria da construção, dividindo-se em áreas operacionais e áreas de vivência.

Define-se o Layout do canteiro como a disposição física de homens, materiais, equipamentos, áreas de trabalho e de estocagem. O objetivo do planejamento do layout do canteiro é obter a melhor utilização do espaço disponível para a obra, locando materiais, equipamentos e a mão de obra de forma que sejam criadas condições propícias para a realização das tarefas com eficiência, através de mudanças no sequenciamento de atividades, da redução de distâncias e tempo de deslocamentos e da melhor preparação dos postos de trabalho (FRANKENFELD, 1990).

Dividem-se os variados objetivos de um bom planejamento de canteiro em duas categorias principais (TOMMELEIN, 1992):

- Objetivo de alto nível: Dentre estes objetivos estão a promoção de atividades eficientes e seguras além de manter alta a motivação dos trabalhadores. Portanto, os objetivos de alto nível estão diretamente relacionados com a qualidade e com a boa impressão perante os clientes;

- Objetivo de baixo nível: Trata-se de metas de otimização da produção como minimização de tempos de pessoal e materiais, além de evitar obstruções ou quaisquer empecilhos ao desenvolvimento das atividades.

O planejamento deve levar em conta, por exemplo, a área de ocupação do canteiro de obras, a localização na região onde o empreendimento vai ser construído, a tipologia da edificação, as técnicas e tecnologias construtivas que serão usadas e dimensionamento das equipes no pico de execução da obra. “Essas informações vão auxiliar a definir o layout do canteiro, a avaliação dos acessos possíveis a obra e o estudo dos impactos da movimentação de caminhões e máquinas para executar os serviços e receber os materiais”, afirma Gabriel Borges, engenheiro civil e consultor do Centro de Tecnologias de Edificações.

As atividades da Engenharia possuem uma variedade imensa de atividades construtivas, por isso, o canteiro de obras pode apresentar características distintas conforme o tipo da obra que esteja sendo executada. O canteiro de obra pode ser dividido em três tipos (ILLINGWORTH, 1993):

- Restritos: A construção ocupa o terreno completo ou uma grande porcentagem dele. Seus acessos não proporcionam uma boa locomoção. Este tipo de canteiro é muito comum em áreas centrais das cidades, em ampliações ou reformas, cujos terrenos e áreas adjacentes à obra oferecem poucas condições para a disposição de materiais;
- Amplos: A obra ocupa apenas uma parcela pequena do terreno disponível. Neste caso, as possibilidades para uma boa elaboração do canteiro são bem maiores do que do tipo restrito. Este tipo de canteiro é verificado geralmente em obras de médio e grande porte, em áreas mais afastadas da zona urbana, como, por exemplo, usinas, indústrias, barragens, etc.;
- Longos e Estreitos: São restritos em apenas uma das dimensões com acessos possíveis em poucos pontos do canteiro. São exemplos deste tipo de canteiro as obras de ferrovias e rodovias, obras de saneamento, etc.

A maioria dos canteiros na área urbana é do tipo “restrito”. Para atender as necessidades, sobretudo, deste tipo de canteiro, como também aos demais tipos, é preciso que eles atendam a alguns fatores que irão condicionar uma boa implantação. Estes princípios estão baseados na economia de movimentos, diminuindo o transporte de materiais, máquinas e operários; no direcionamento do fluxo de produção no sentido do produto acabado; na flexibilidade do layout para alterações futuras, visto

que, durante a construção, há uma variação nos tipos de máquinas, materiais utilizados e demanda por mão de obra, conforme as fases da obra.

Também devem observar a integração entre as células produtivas para que mantenham a coesão e se tornem parte de um único organismo, além disso, atender a satisfação dos trabalhadores e a segurança no trabalho é fundamental para um bom layout de canteiro.

Para atender aos propósitos exemplificados acima, o construtor precisa ter informações suficientes para que isto se torne realidade. Estas informações vêm dos projetos completos e revisados; do cronograma físico, contendo informações sobre volumes e quantidades produzidas, estocadas e transportadas. Além disso, é preciso:

- Ter as especificações técnicas da obra, tanto em relação ao processo construtivo, como o que será produzido e quais os materiais produzidos e adquiridos para a obra;
- Conhecer a CLT-Consolidação das Leis Trabalhistas e a NR-18 – Fornecendo subsídios para o dimensionamento das áreas de vivência;
- Ter dados sobre a produtividade dos operários para o dimensionamento da mão de obra;
- Conhecer o cronograma de execução dos serviços, a área do terreno e da obra a ser construída.

Segundo Maria Aridenise Fontenelle, professora da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (Ufersa), do ponto de vista financeiro, as exigências legais não permitem mais que o canteiro seja tratado como uma instalação provisória. Ele passa a ser visto como a fábrica da edificação, e essa terminologia modifica o zelo por este espaço.

7.1 ELEMENTOS DO CANTEIRO

Cada parte que compõe um canteiro é denominada “elemento” do canteiro. Alguns podem não ser obrigatórios, dependendo do tipo de obra, outros podem ser acrescentados em situações particulares. Existe uma classificação para estes elementos de acordo com sua finalidade, são elas:

- Áreas operacionais que são locais ligados diretamente com a produção, como um pátio de armação ou uma central de formas;
- Áreas de apoio à produção, que podem ser o almoxarifado ou qualquer ambiente destinado a armazenar materiais;

- Sistemas de Transportes, que são equipamentos para a locomoção de materiais e mão de obra pelo canteiro;
- Área de apoio técnico/administrativo pode ser o escritório do engenheiro ou técnico, é um local para se fazer estudos sobre as atividades do canteiro e gerenciamento de uma forma geral.

Outro grupo de elementos do canteiro é a área de vivência, existe uma norma regulamentadora da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) designada para este grupo de elementos que é a NB 12284/1991. As áreas de vivência são de grande importância, pois são locais onde geralmente há uma concentração razoável de pessoas e possuem uma variedade maior de elementos. Apresentam-se, a seguir, alguns itens da NR-18 com suas exigências e recomendações:

- **PCMAT** – Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção: Pela NR-18, o PCMAT é documento obrigatório para estabelecimentos com vinte trabalhadores ou mais, é elaborado por profissional legalmente habilitado na área de Segurança do Trabalho. Neste documento devem ser inclusos os projetos e especificações das proteções coletivas e um memorial a respeito das condições e meio ambiente de trabalho relacionando os serviços com os seus respectivos riscos e doenças do trabalho como também suas medidas preventivas;
- **Áreas de vivência:** São destinadas a atender as necessidades básicas humanas como alimentação, higiene, descanso, lazer e convivência. Nelas devem existir: instalações sanitárias; vestiário; alojamento; local de refeições; cozinha; lavanderia; área de lazer e ambulatório.
    - Instalações Sanitárias: precisa ter 1 lavatório, 1 vaso, 1 mictório, para cada 20 operários ou fração. Um chuveiro para cada 10 operários, local do vaso com, no mínimo, 1m² e área do chuveiro com, no mínimo, 0,8 m²;
    - Vestiário: armários individuais com cadeado e bancos com largura mínima de 30 cm. Além de espaço físico com suas dimensões mínimas descritas na norma;
    - Alojamento: é proibido o uso de 3 camas ou mais na mesma vertical, a altura mínima entre a última cama e o teto é de 1,20 m. As menores dimensões das camas devem ser de 0,80m por 1,90m;
    - Local de Refeições: Independentemente da quantidade de trabalhadores é obrigatório um espaço reservado para o aquecimento e

realização das refeições com condições mínimas de infraestrutura conforme definido na norma;

- Cozinha: As pessoas envolvidas no preparo dos alimentos devem usar aventais e gorros, também há a necessidade de equipamentos de refrigeração para a conservação dos alimentos;
- Lavanderia: Deve ter tanques individuais e coletivos em número adequado;
- Área de lazer: Pode ser utilizado o local de refeições para fins de recreação.

Rosana de Freitas, consultora em logística de Canteiro de obras e professora no curso de Engenharia de Produção Civil na Universidade do Estado da Bahia (Uneb), lembra que a fase final da obra pode demandar o rearranjo das instalações. “Quando imaginamos os serviços de limpeza para entrega da obra, ele é tradicionalmente feito por mulheres. Por isso, as condições do canteiro devem estar ajustadas para a diversidade de gênero, com sanitários e vestiários reservados para essas profissionais”, afirma.

7.2 SEGURANÇA NO CANTEIRO DE OBRAS

A Segurança do Trabalho consiste em tarefas interligadas umas às outras, com o objetivo de proporcionar aos funcionários de uma empresa, condições seguras de trabalho. A Higiene do Trabalho tem como principal característica identificar e controlar as condições de trabalho que possam prejudicar a saúde do trabalhador.

Por sua vez, define-se como segurança do trabalho uma série de medidas técnicas, médicas e psicológicas, destinadas a prevenir acidentes profissionais, educando os trabalhadores nos meios de evitá-los, como também procedimentos capazes de eliminar as condições inseguras do ambiente de trabalho (Vieira, 1994).

Acidente do trabalho, por definição legal (Art 19 da Lei 8.213, de 24/julho de 1991) é aquele que ocorre pelo exercício do trabalho, a serviço da empresa, provocando lesão corporal, perturbação funcional ou doença que cause a morte, perda ou redução (permanente ou temporária) da capacidade para o trabalho.

Dados da Delegacia Regional do Trabalho da Paraíba (DRT-PB), publicados no Jornal O Norte do dia 20 de janeiro de 2011, revela que a construção civil foi o setor com

maior índice de acidentes de trabalho com vítimas fatais, responsável por 48 % dos casos e com 06 (seis) mortes em 2010.

Para Cocito de Araújo, professor da UFRJ, muitas vezes a falta de preparação adequada dos canteiros está condicionada à necessidade de aceleração da obra. “Para puxar as atividades do caminho crítico, o preparo do canteiro nas etapas iniciais é costumeiramente negligenciado. Em condições como essa, os colaboradores são expostos a condições impróprias de trabalho, como ambiente insalubre, com riscos elevados de incidentes e acidentes”. O professor afirma que este descuido em busca da rapidez imediata na execução é uma marca e uma mácula da construção civil.

Classificam-se as principais causas dos acidentes de trabalho em condições inseguras (falta de planejamento) e atos inseguros (fator pessoal) cometidos pelo trabalhador de forma consciente ou não (ANDRADE, 2003 apud DINIZ et al., 2010).

Vários fatores contribuem para os atos inseguros e condições inseguras como, por exemplo:

- O trabalhador não estar adaptado à máquina que ele está utilizando para trabalhar,
- Desconhecimento do trabalhador quanto aos riscos que ele está exposto ao realizar uma determinada atividade,
- O trabalhador realizar uma atividade sem nenhum ou quase nenhum tipo de proteção. Isto é decorrente, possivelmente, de uma falta de treinamento dos operários.

Com o objetivo de prevenir acidentes de trabalho, o Canteiro de Obras deve implantar medidas preventivas, tais como:

- Proteção contra Incêndios: Deve haver um sistema de alarme capaz de dar sinais perceptíveis em todo o local de trabalho. É proibida a execução de serviços de soldagem em locais com materiais inflamáveis e explosivos;
- Sinalização de segurança: A sinalização deve indicar os locais de apoio que compõe o canteiro de obras, as saídas, e advertir de perigo de contato ou risco de queda, além de outros alertas;
- Acidente Fatal: Torna-se obrigatória a comunicação do acidente à autoridade policial competente e ao órgão regional do Ministério do Trabalho;

- Equipamentos de Proteção Individual (EPI): A empresa é obrigada a fornecer aos trabalhadores os EPI's adequados ao risco e em perfeita condição de uso, segundo a norma NR 6 – Equipamento de Proteção Individual;
- Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA: A empresa que possuir um ou mais canteiros de obras com mais de 70 trabalhadores em cada uma delas deve organizar CIPA por estabelecimento, fora isso, deve organizar a CIPA centralizada.

7.3 PRODUTIVIDADE NO CANTEIRO DE OBRAS

Além de proporcionar a saúde e a segurança do trabalhador, a boa organização do canteiro de obras é importante para melhorar a produtividade dos operários. Produtividade é a eficiência em transformar entradas em saídas num processo produtivo. O indicador utilizado por este mesmo autor é a RUP (Razão Unitária de Produção) que consiste na razão entre entradas/saídas do processo. Mas para que este indicador possa fornecer informações seguras, é preciso uma padronização nas medições tanto dos itens de entrada como nos de saída (SOUZA, 1998).

Ao mensurar os itens de entrada, podem-se fazer várias considerações a respeito do tempo trabalhado e da mão de obra efetiva que fará parte deste item, sendo assim, seus números podem variar bastante e sem uma padronização destes elementos fica mais difícil a comparação de resultados.

Da mesma forma na mensuração dos itens de saída, como por exemplo, em uma execução de alvenaria, na qual pode ser considerada a área bruta produzida, ou então um acréscimo no seu valor para englobar determinadas situações neste serviço, como áreas para esquadrias, curvas, dobras etc.

O ganho de produtividade nos canteiros está intimamente ligado a redução dos desperdícios. Segundo o autor, no Brasil há um índice de desperdício de material na ordem de 25% para erros cometidos dentro do canteiro e de projetos mal elaborados, de 50% advindos de vários fatores de improdutividade, e de 85% no uso inadequado de equipamentos (VIEIRA NETTO, 1993).

E é nesta redução de desperdícios onde entra a boa organização do canteiro. A justificativa e alguns exemplos de benefícios da elaboração do layout já foram exemplificados pelos autores Frankenfeld (1990) e Tommelein (1992), mas além do

que já foi comentado, Cardoso (2009) sugere que a melhor opção técnica para auxílio no projeto do Canteiro é o Programa 5S.

Este programa se consolidou no Japão a partir da década de 50, significando Seiri (senso de utilização); seiton (senso de ordenação); seisou (senso de limpeza), seiketsu (senso de saúde); e shitsuke (senso de autodisciplina).

- Senso de utilização: visa utilizar os recursos disponíveis de acordo com a necessidade e adequação, evitando excessos e desperdícios. Ele promove a liberação dos espaços, o reaproveitamento de recursos e a diminuição dos custos;
- Senso de ordenação: tem o objetivo de dispor os materiais de forma sistemática e que proporcione uma boa comunicação visual para rápido acesso. Promove economia de tempo e redução do cansaço físico por movimentação desnecessária;
- Senso de limpeza: propõe a eliminação total da sujeira. Resulta no bem-estar das pessoas a manutenção dos equipamentos, a prevenção de acidentes e causa uma boa impressão aos clientes;
- Senso de saúde: Visa manter boas condições físicas e mentais de trabalho, favoráveis à saúde. Proporciona um local de trabalho agradável; a ausência de acidentes; a economia no combate às doenças (prevenção); e empregados saudáveis e bem dispostos;
- Senso de autodisciplina: Objetiva ter os empregados comprometidos com os padrões morais, éticos e técnicos. Com este senso, é possível prever os resultados, melhora a auto inspeção e o autocontrole.

Segundo Cocito de Araújo, contabilizar a improdutividade decorrente da falta de estruturação dos canteiros é ação fundamental para dar mais importância ao seu planejamento. A simples desorganização de um estoque pode custar tempos consideráveis para que se encontrem as peças num processo de montagem, exemplifica.

7.4 O SISTEMA SPL

O layout das instalações produtivas se preocupa com a disposição física dos recursos de transformação, isto é, máquinas, equipamentos e pessoas (TOMPKINS *et al*., 2010). Essa disposição física determina o fluxo do processo e, de acordo com a

natureza do processo, o arranjo físico da produção pode se enquadrar dentro de uma das quatro categorias básicas já consolidadas na literatura da área (GARCIA-DIAZ; SMITH, 2008; VILLAR; NÓBREGA JÚNIOR, 2004; GAITHER; FRAZIER, 2001): layout posicional, layout funcional, layout linear, layout celular.

O projeto do layout funcional geralmente é mais complexo que o dos demais tipos, pois envolve fluxos multidirecionais entre recursos de transformação que são agrupados de acordo com a sua função no processo. Apesar de sua complexidade, em diversas situações o projeto desse tipo de layout não é realizado de forma sistemática, dando lugar à intuição ao invés de uma abordagem estruturada de análise e resolução de problemas (LEE, 1998).

Em busca de uma abordagem estruturada, o Planejamento Sistemático de Layout (SPL) representa uma metodologia que tem uma grande aplicabilidade no projeto e no reprojeto de layout, especialmente em layouts funcionais. Embora tenha sido proposto há bastante tempo por Muther, o sistema SPL ainda apresenta uma grande aplicabilidade nos modernos sistemas de produção e serve de referência para projetos de instalações produtivas e também para pesquisas na área.

O SPL é composto por uma estruturação de fases, um modelo de procedimentos e uma série de convenções para identificação, avaliação e visualização dos elementos e das áreas envolvidos no planejamento (MUTHER, 1973).

A estruturação das fases do SPL representa o nível de detalhamento que se deve adotar no projeto do arranjo físico da produção. Esse nível de detalhamento é dividido da seguinte forma:

Fase I: Localização. Nesta fase deve-se determinar a área geográfica a ser utilizada para o planejamento das instalações do novo layout;

Fase II: Arranjo físico geral. Representa a organização geral entre as diversas áreas. Nesta fase são definidos os fluxos e as inter-relações entre as áreas, resultando no que se chama de arranjo de blocos (*block layout*);

Fase III: Arranjo físico detalhado. No planejamento detalhado é estabelecida a localização relativa das máquinas e equipamentos, assim como toda a infraestrutura física necessária para a produção do produto;

Fase IV: Implantação. Esta é a fase na qual se executa o que foi planejado anteriormente. De maneira concreta, faz-se aqui a movimentação de maquinário, equipamentos e recursos para a instalação da operação.

Todas as fases são inter-relacionadas entre si, de forma que as saídas da fase anterior sirvam de entradas para a fase seguinte. Entretanto, embora exista uma aparente relação de dependência entre as fases, o escopo do projeto pode ser

delimitado em apenas uma ou duas fases, especialmente quando o SPL é aplicado no reprojeto de layouts existentes, que possuem necessidades mais específicas de melhoria. Nesse caso, ainda deve ser mantida a hierarquia das fases, que define a ordem de aplicação quando mais de uma fase é executada.

De um modo geral, pode-se afirmar que a estruturação das fases do SPL demonstra a abrangência deste método, que pode ser destinado ao projeto completo de uma instalação produtiva.

Além disso, as fases do SPL são compatíveis e equivalentes aos níveis de análise adotados em outros procedimentos relevantes para projeto de layout (KERNS, 1999; LEE, 1998).

O modelo de procedimentos do SPL pressupõe que o projeto de um arranjo físico deve estar apoiado em três conceitos fundamentais (MUTHER, 1973; MUTHER; WHEELER, 2000):

a) Inter-relações – grau relativo de dependência ou proximidade entre as atividades;

b) Espaço – quantidade, tipo e forma ou configuração dos itens a serem posicionados;

c) Ajuste – arranjo das áreas e equipamentos da melhor maneira possível.

Com base nesses três conceitos, o modelo de procedimentos do SPL é constituído pelos seguintes elementos (figura 1):

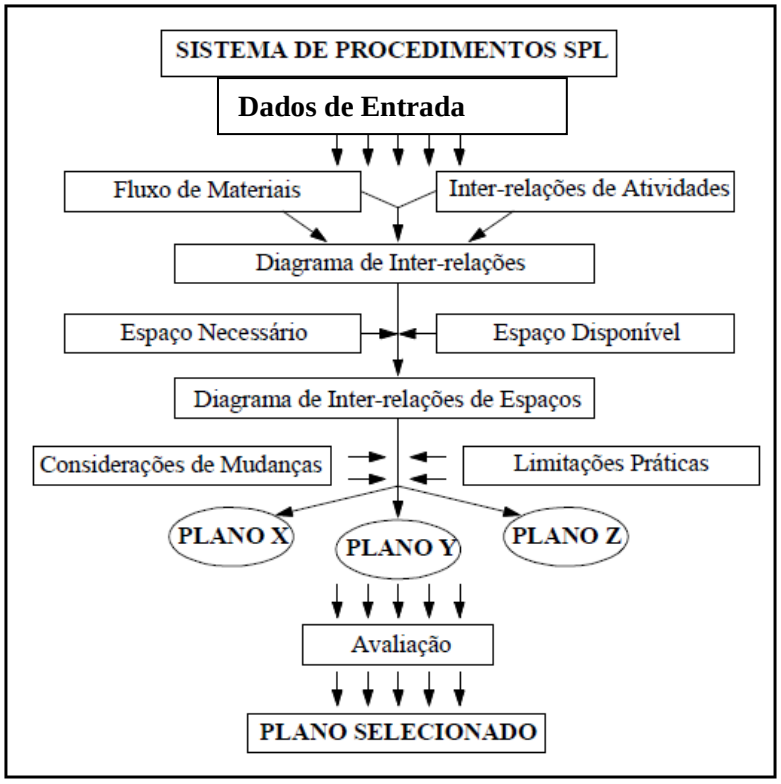


Figura 3 - O Sistema de Procedimento SPL adotado

Dados de entrada. Os dados de entrada são as variáveis que devem ser levadas em consideração antes do início da análise do arranjo físico. Além das atividades do processo de produção, os outros dados de entrada são representados pelas letras PQRST, que significam: produto (P), quantidade ou volume de produção (Q), roteiro ou sequência do processo de produção (R), serviços de suporte (S) e tempos envolvidos na produção (T);

Fluxo de materiais. O fluxo de materiais quase sempre se torna o fator predominante de decisão no projeto do arranjo físico. Devem-se identificar os fluxos através das áreas envolvidas, de acordo com a sequência e a intensidade do deslocamento do material. As principais ferramentas utilizadas nessa etapa são aquelas destinadas à análise do fluxo de processos, tais como: fluxograma, carta de processos múltiplos, carta “de-para”, mapofluxograma, etc;

Inter-relações de atividades. Esta é uma análise mais qualitativa, que procura identificar a importância da proximidade relativa entre as áreas. A ferramenta indicada para essa tarefa é conhecida como carta de interligações preferenciais;

Diagrama de inter-relações. O diagrama de inter-relações é uma ferramenta que procura integrar o mapeamento do fluxo de materiais com a avaliação das interligações preferenciais;

Espaço necessário. É a determinação do espaço requerido para alocação de máquinas, equipamentos e áreas de vivencia;
Espaço disponível. É a análise do espaço disponível para a instalação de máquinas e equipamentos e áreas de vivencia;
Diagrama de inter-relações de espaços. Nesta fase, o diagrama de inter-relações é aplicado com o objetivo de gerar um arranjo físico prévio, considerando que o espaço requerido já foi devidamente balanceado com o espaço disponível;
Considerações de mudanças. Nesta etapa ocorrem os ajustes necessários, levando-se em necessidades de pessoal, etc;
Limitações práticas. Para analisar a viabilidade dos projetos de layout, cada consideração de mudança que houver deve ser comparada com as limitações práticas referentes a custos, restrições técnicas, segurança, etc;
Avaliação de alternativas. Ao final do procedimento, os diferentes planos alternativos que forem gerados devem ser avaliados, ponderando seus benefícios e limitações.

Essas novas considerações devem estar de acordo com as limitações práticas: custo, segurança, normas de construção, energia disponível, entre outras.

O modelo de procedimentos do SPL (figura 1) pode ser aplicado tanto na elaboração do arranjo físico geral quanto na elaboração do arranjo físico detalhado (fases II e III da estrutura do SPL). Por sua abrangência, o modelo de procedimentos representa um roteiro completo de aplicação do SPL no projeto e na análise de layouts (MUTHER, 1973).
Devido à sua popularidade e relevância, o sistema SPL tem sido alvo de diversas pesquisas que procuram adaptar a metodologia a contextos específicos ou sofisticar a aplicação de suas etapas. Por exemplo, Yang, Su e Hsu (2000) e Tortorella e Fogliatto (2008) buscaram incrementar o sistema SPL com a utilização de ferramentas de apoio à decisão multicritério, em especial o AHP (*Analytic Hierarchy Process*), refinando a fase de avaliação e seleção de alternativas. Marujo, Carvalho e Leitão (2010), por sua vez, propuseram a aplicação do SPL em conjunto com técnicas de modelagem da teoria de filas, testando a metodologia proposta em uma oficina de rodas e freios de aeronaves. Já Chien (2004) apresentou conceitos e algoritmos de agrupamento, composição e distância hipotética para alterar os procedimentos e melhorar a praticidade na SPL tradicional. Com uma abordagem alternativa, Djassemi (2007) desenvolveu um procedimento denominado “fluxo de materiais modificado” e o combinou com técnicas do sistema SPL para otimizar o uso do espaço no projeto de layouts industriais.

Considerando a proposta original de Muther (1973) e a evolução do sistema SPL demonstrada nas pesquisas recentes, observa-se que ainda tem sido dada pouca atenção para a aplicação do SPL em operações de serviços. Em muitos casos, os sistemas de operações de serviços são configurados em layouts funcionais e, com as devidas adaptações, poderiam se beneficiar da aplicação do SPL para o projeto de novos layouts ou para a análise e reformulação de layouts existentes.

Como o SPL foi concebido originalmente para operações de manufatura, é necessário adaptar esse sistema para o contexto particular das operações de serviços. Essa adaptação deve levar em consideração a natureza do fluxo de cada sistema de produção, já que esse é um elemento chave do projeto de um arranjo físico (KRAJEWSKY; RITZMAN; MALHOTRA, 2009; SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002; HEIZER; RENDER, 2001).

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2002), em um sistema de produção podem existir três tipos de fluxo: **fluxo de materiais**, **fluxo de informações** e **fluxo de clientes**. Em grande parte dos diferentes processos operacionais podem ocorrer os três tipos de fluxo simultaneamente.

Porém, geralmente um deles é predominante, de acordo com o tipo de operação. Nas operações de serviços, o fluxo de clientes tende a ser predominante. O fluxo de clientes diferencia as operações de serviços das operações de manufatura, pois está diretamente relacionado com a característica de participação do cliente no processo (SAMPSON; FROEHLE, 2006).

Em relação ao mapeamento do fluxo do processo, o SPL somente leva em consideração os fluxos de materiais, uma característica que é adequada para os layouts industriais, mas deixa a desejar em layouts de serviços. Estudos de layout em operações de serviços, como os de Pagell e Melnyk (2004) e Aghazadeh (2005), por exemplo, demonstram que o fluxo de clientes deve ser levado em consideração como um elemento preponderante em instalações de serviços.

O sistema SPL denomina as alternativas de planos X, Y e Z. No entanto, cada uma delas tem uma série de vantagens e desvantagens. O problema agora é determinar qual das opções será escolhida. Há, basicamente, três maneiras de se realizar essa seleção:

a) Balanceamento das vantagens e desvantagens: consiste na listagem de todas as vantagens e desvantagens de cada alternativa. É provavelmente o método mais fácil dos três mencionados, mas também o menos preciso;

b) Avaliação da análise dos fatores: basicamente o processo segue as seguintes etapas: 1) listar todos os fatores que são considerados importantes na seleção do melhor plano; 2) ponderar a importância relativa de cada um desses fatores em relação a cada um dos outros; 3) avaliar os planos alternativos seguindo um fator de cada vez; 4) reunir esses fatores avaliados e ponderados, e comparar o valor total dos diversos planos;

c) Comparação e justificativa de custos: consiste essencialmente na comparação dos custos dos investimentos necessários e dos custos operacionais estimados dos planos alternativos. Na maioria dos casos a análise de custos não é a base principal de decisão, sendo usada para suplementar outros métodos de avaliação.

O sistema de procedimentos SPL se completa quando o arranjo físico geral recebe aprovação. Quando este ponto é alcançado, pode-se iniciar a fase de planejamento detalhado do projeto. Devem ser feitas cópias do plano aprovado para serem distribuídas aos grupos de trabalho da empresa, o que auxiliará a integração dos planos posteriores ao que foi aprovado.

8 - METODOLOGIA

Neste capítulo apresenta-se a metodologia que dará suporte a solução do problema apresentado no Item 6 – Procedimentos Metodológicos, conforme figura 1, página 16, ou seja, percorre-se todo o procedimento SPL no desenvolvimento de um Ensaio temático com uma aplicação em uma obra real.

8.1 - DADOS DE ENTRADA (PQRST):

8.1.1- PRODUTO (**P):**

Antes de iniciar o estudo de logística de qualquer obra é imprescindível um conhecimento total do projeto e que se tenha em mãos os seguintes documentos:

- **Localização e fotos do terreno:** desta maneira é possível a análise da vizinhança, ruas de acesso, trânsito local e situação atual do terreno;
- **Análise de reconhecimento do terreno:** o formulário (F.003-APT) deve ser devidamente preenchido no momento da visita ao terreno, a fim de trazer informações pertinentes às concessionárias locais e outras possíveis interferências à obra, como por exemplo, poste de energia localizados na frente do terreno, orelhões, bancas de jornais, ponto de ônibus, etc.;
- **Implantação da(s) torre(s):** no momento da visita à obra é ideal que se tenha este documento em mãos auxiliando na visualização do todo;
- **Planialtimétrico:** neste documento é importante que os vizinhos estejam bem identificados e com o máximo de informações disponíveis, como por exemplo: número de pavimentos, número de subsolos, distância da torre a divisa, etc. Igualmente com relação à locação dos pontos de abastecimento das concessionárias, como: entrada de energia, água, gás, rede de esgoto, águas pluviais, árvores, etc.;
- **Projetos de Prefeitura**
- **Planta de Compensação Ambiental (PCA):** o transplante de árvores deve ser feito uma vez e de forma definitiva, por isso, o conhecimento deste documento se torna indispensável para a logística do canteiro;
- **Projetos de arquitetura**
- **Quantidade e projeção do(s) subsolo(s) e/ou sobresolo(s)**
- **Tipologia da estrutura**
- **Tipologia de vedação**

- **Tipologia de fachada**
- **Cronograma físico**
- **Verificação da Zona de Restrição local para caminhões (Centro Expandido)**
- **Documentos adicionais em casos específicos**

8.1.2 - QUANTIDADE OU VOLUME DE PRODUÇÃO **(Q**):

É importante conhecer as atividades que demandam a obra, os serviços que serão executados e as necessidades de transporte e armazenamento de materiais. Segue abaixo a lista de serviços críticos do ensaio temático:

- Armação
- Forma
- Concretagem
- Revestimento Interno Bruto
- Instalações Elétricas, TV, Telefone, Hidrossanitárias, Gás, Incêndio e Alarme.
- Esquadrias
- Acabamento Interno
- Instalação de pedras e louças
- Revestimento Externo
- Limpeza Final

8.1.3 - ROTEIRO OU SEQUENCIA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO (**R**):

A sequencia construtiva é determinada por um cronograma pré-estabelecido, normalmente padrão de cada empresa. Na obra em questão, a sequencia construtiva, assim como o prazo de cada atividade é representada pela Linha de Balanço.

8.1.4 - SERVIÇO DE SUPORTE:

Além das áreas de produção, também as áreas de serviços de suporte devem ser consideradas no planejamento. Para isto é necessária um forma sistemática para interrelacionar as atividades de serviços umas às outras e para integrar os serviços de suportes ao fluxo de materiais.

8.1.5 - TEMPOS ENVOLVIDOS NA PRODUÇÃO (**T**):

Conforme Linha de Balanço descrita no item 3.1.3, as atividades da obra possuem ciclos de conclusão nos pavimentos tipos de 7 dias úteis. Este ciclo deve ser considerado ao acordar junto aos fornecedores a periodicidade de abastecimento da obra.
A comunicação fornecedor x obra bem feita impede a falta de material ou necessidade de grandes estoques.

8.2 - FLUXO DE MATERIAIS:

Para visualização de fluxo de materiais em projeto de layout de canteiro de obras, utiliza-se o diagrama de fluxo. Para auxiliar na elaboração do fluxograma é recomendável a preparação de um esboço do processo e da sequencia de fabricação dos produtos. As ligações que repetem a mesma célula, por exemplo betoneira, indicarão maior proximidade entre deposito, células produtivas, meio de transporte vertical e outros.

8.3 - INTER-RELAÇÕES DE ATIVIDADES:

A consideração do fluxo isoladamente não é a melhor base para o planejamento das instalações de canteiros de obras. A carta de interligações preferenciais, demonstrada na tabela 1, é a melhor maneira de integrar os serviços de apoio aos departamentos de produção. Essa carta é uma matriz triangular onde é representado o grau de proximidade e o tipo de inter-relação entre uma certa atividade e cada uma das outras. Os procedimentos para a construção de uma carta de interligações preferenciais estão descritos na tabela 1.

Tabela 1 – Procedimentos para a construção da carta de interligações preferenciais

PROCEDIMENTOS PARA A CONSTRUÇÃO DA CARTA INTERLIGADA
1. Identificar todas as atividades: a) Fazer uma lista de departamentos, áreas, operações ou características e fazer com que os chefes e supervisores de cada departamento verifiquem a abrangência e terminologia da lista: b) Agrupar as atividades semelhantes num diagrama de organização; c) Não utilizar mais de quarenta e cinco atividades numa carta. Reunir essas atividades em grupos, segundo algum critério. 2. Listar as atividades numa carta de interligações preferenciais a) Estabelecer as operações produtivas primeiro, depois os serviços de apoio; b) Incluir características de prédios e terrenos. 3. Determinar as interligações entre cada par de atividades e as razões para isso. Isso pode ser feito: a) Pelo conhecimento do projetista das práticas de operação; b) Levando em conta todas as considerações, ou razões, da mesma forma que no caso do fluxo de materiais; c) Discutindo com os chefes e supervisores de departamento; d) Através de explicações em grupo e utilização de folhas de interligações; e) Através de discussões em grupo, reunindo os chefes principais. 4. Colocar todos os dados na carta, pois ela será a base principal para o planejamento das instalações: a) A carta funcionará como uma lista de verificação, assegurando que todas as atividades foram listadas, bem como suas inter-relações com as demais; b) Conseguir aprovação.

8.3.1 - CARTA INTERLIGADA:

A partir das relações de fluxos de materiais, combinadas com a carta de interligações preferenciais, inicia-se a construção da carta Interligada. Cada área departamental do canteiro de obras é representada por um retângulo e a intensidade do pelas linhas que ligam cada par de departamentos. Desenha-se, primeiramente, as interligações classe “A”, como por exemplo, as ligações entre as betoneiras e os depósitos de brita e areia.

Depois das inter-relações classe “A” estarem diagramadas e rearranjadas, as relações da classe “E” são acrescentadas. O mesmo deve ser feito para as inter-relações classes “I”, “O” e “U”. O diagrama acabado representa a interligação teórica ideal das atividades, independente da área necessária para cada um dos departamentos.

8.4 - ESPAÇO NECESSÁRIO, ESPAÇO DISPONÍVEL e DIAGRAMA DE INTER-RELAÇÕES DE ESPAÇOS:

A determinação do número de máquinas deve incluir várias considerações além da capacidade de operação das próprias máquinas. Fatores como horas de trabalho disponíveis para operação, preparação e frequência das operações, tempos perdidos por varias razões, refugos de produção, picos de produção, afetam na determinação da quantidade de máquinas necessárias. Para se calcular a quantidade de elevadores de carga de uma obra, por exemplo, deve-se conhecer a velocidade e a capacidade de transporte, a quantidade e o tipo de material a ser transportado, o tempo de carga e descarga, entre outros.

Após o calculo dos espaços necessários para cada departamento e célula de produção, ajusta-se as áreas encontradas de acordo com os espaços disponíveis no canteiro de obras.

O diagrama de inter-relações de espaços deve ser baseado na carta interligada, agora com os departamentos desenhados em escala de acordo com o espaço determinado.

8.5 - CONSIDERAÇÕES DE MUDANÇAS:

Cada projeto de canteiro de obras terá uma lista diferente de considerações. O sistema de manuseio e os recursos de armazenamento são as considerações mais importantes e, de acordo com o sistema escolhido, a carta interligada (ou diagrama de inter-relações) poderá ser modificado. Quando os requerimentos de espaços para a armazenagem são estabelecidos, tem-se alguma ideia sobre a forma de estocagem dos materiais. De qualquer maneira, o projeto de layout deve ser reexaminado à luz do diagrama de inter-relações de espaços e de outras considerações de mudança com os quais os recursos de armazenagem se integram.

8.6 - LIMITAÇÕES PRÁTICAS:

As considerações que ditam restrições ao planejamento são as limitações práticas. A política da empresa, as normas trabalhistas, as características físicas da localização da obra, entre outras, exercem limitações no arranjo físico.
Em qualquer caso, através da integração das considerações de mudanças ao diagrama de inter-relações de espaços e através da retirada das alternativas impraticáveis, pode-se alcançar de dois a três planos. O próximo passo será determinar qual deles será selecionado, utilizando um dos processos de escolha.

8.7 – AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS:

O sistema criado por MUTHER traz alternativas de planos X, Y, Z, onde cada uma delas tem uma série de vantagens e desvantagens. Há, basicamente três maneiras de se realizar esta seleção: balanceamento das vantagens, avaliação da análise dos fatores e comparação e justificativa de custos.
No entanto, para o ensaio temático em questão as alternativas X, Y, Z foram suprimidas, visto que, antes da elaboração do layout já existia uma avaliação para escolha dos equipamentos de logística, ficando definida a utilização dos seguintes equipamentos de transporte vertical: um elevador cremalheira por torre e uma Grua com lança de 50m carga de 1500kg.

9 - APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

Uma vez descrito no item anterior todos os passos necessários para realizar o ensaio temático apresenta-se agora os resultados obtidos.

9.1 - DESCRIÇÃO DO PRODUTO – OBRA

Nome: Villaggio Aracruz
Localização: Av. Castelo Branco, Bela Vista, Aracruz - ES.
Autor do projeto: Diocelio Grasselli.
Tipologia das unidades privativas Comerciais:

- 224 Salas Comerciais com WC.
- 26 Lojas com WC.

Número total de pavimentos: 19 pavimentos
Número de unidades privativas: 224 salas e 26 lojas.
Número de vagas de garagem: 250 vagas para automóveis, sendo:

- 128 vagas livres no 2°subsolo (para as salas comerciais);
- 110 vagas livres no 1° subsolo (sendo 14 vagas para as lojas e 96 para as salas comerciais);
- 12 vagas externas para lojas no térreo, sendo 1 vaga para deficiente físico.

Composição:

- 2° SUBSOLO- GARAGEM: 1 rampa, 2 escadas, antecâmara, 02 elevadores (01 com parada controlada e 01 de parqueamento)
- 1° SUBSOLO- GARAGEM: 2 rampas, 02 escadas, 02 elevadores (01 com parada controlada e 01 de parqueamento), 01 antecâmara, 02 reservatórios inferior
- 1º PAVIMENTO – TÉRREO: 3 escadas, 3 elevadores para a torre e 01 de parqueamento dos subsolos, hall dos elevadores, portaria, acesso à portaria, 26 lojas com wc, 02 áreas de docas, 01 rampa, estacionamento descoberto para lojas.
- 2º PAVIMENTO – GARAGEM/MEZANINO: Lajes técnicas das lojas, subestação, escada de acesso à subestação, circulação técnica
- 3° PAVIMENTO PILOTIS: 14 salas comerciais com banheiro, sendo que 13 possuem trecho de terraço descoberto, 3 elevadores, 1 escada, circulação, 01 terraço café com copa, depósito e banheiro.

- 4° AO 18° PAVIMENTO TIPO (x15): 14 salas comerciais com wc, 01 escada pressurizada, 02 áreas técnicas, 1 cômodo para prumadas, 3 elevadores, 02 varandas.
- 19° PAVIMENTO COBERTURA/CASA DE MÁQUINAS: Hall, casas de máquinas, barriletes, depósito, telhado, caixas d água e escadaria.

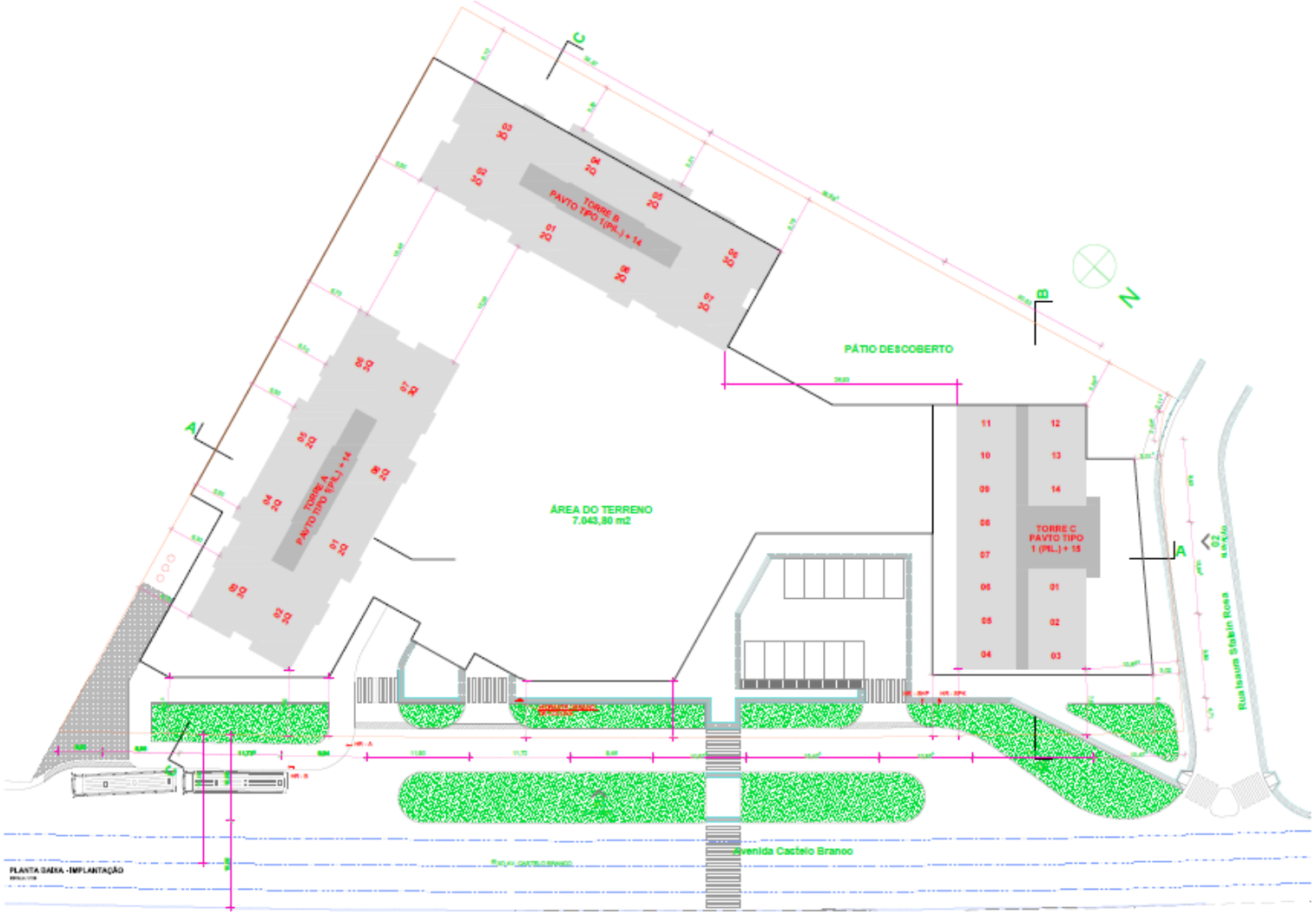


Figura 4 - Planta Baixa do Ensaio Temático

A linha de balanço determina a sequencia e prazo das principais atividades.

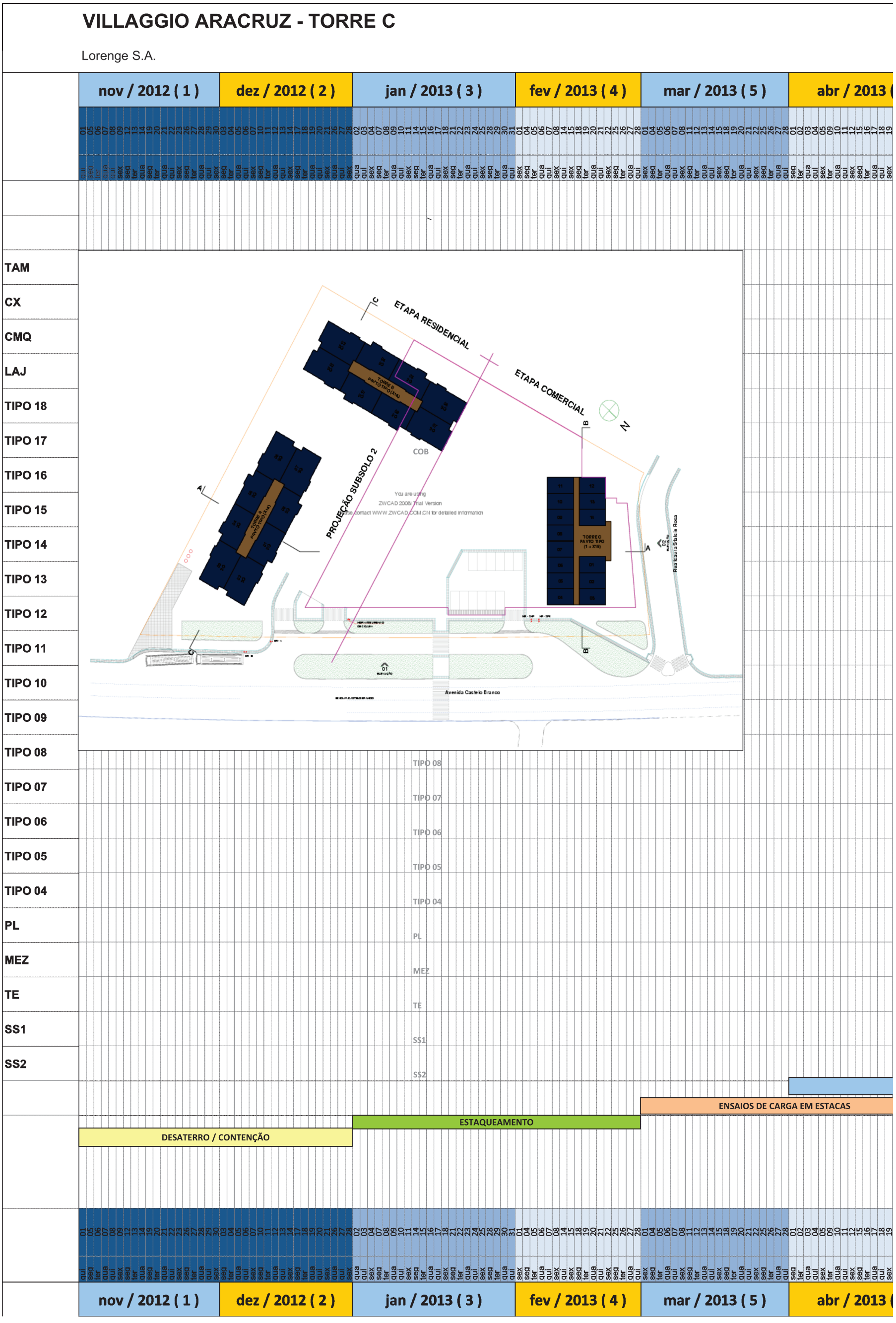


Figura 4 - Linha de Balanço

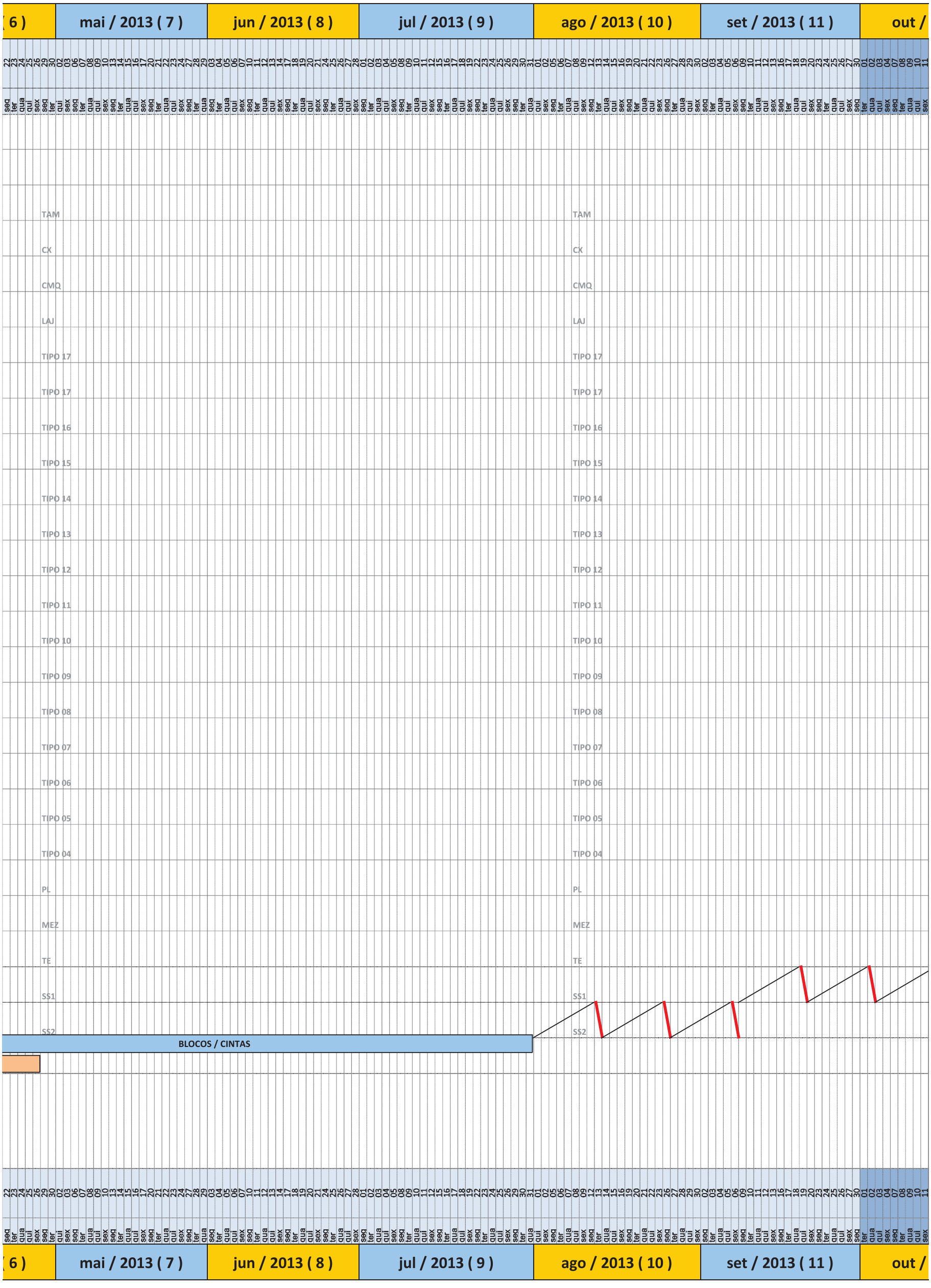


Figura 4 - Linha de Balanço (continuação)

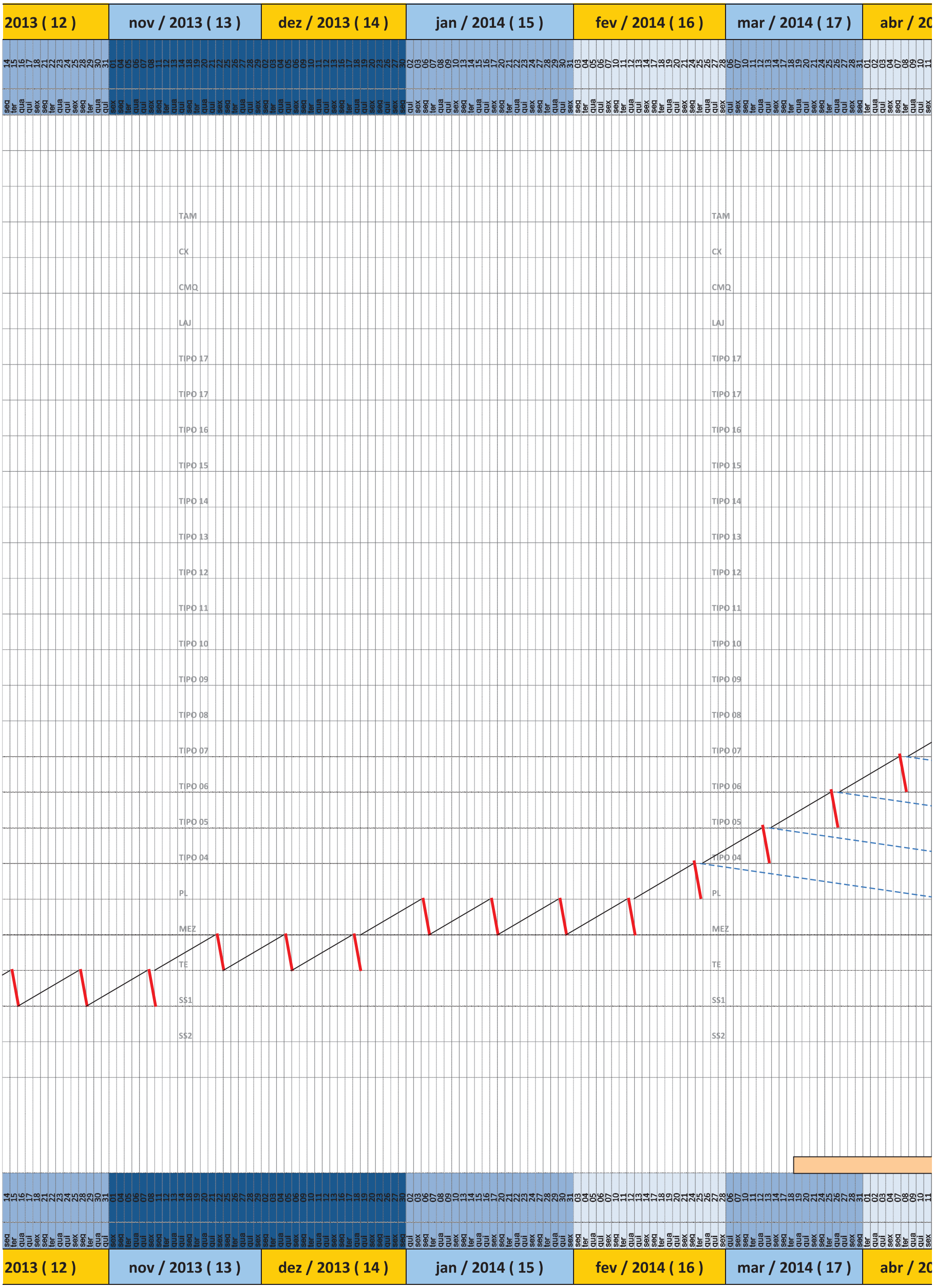


Figura 4 - Linha de Balanço (continuação)

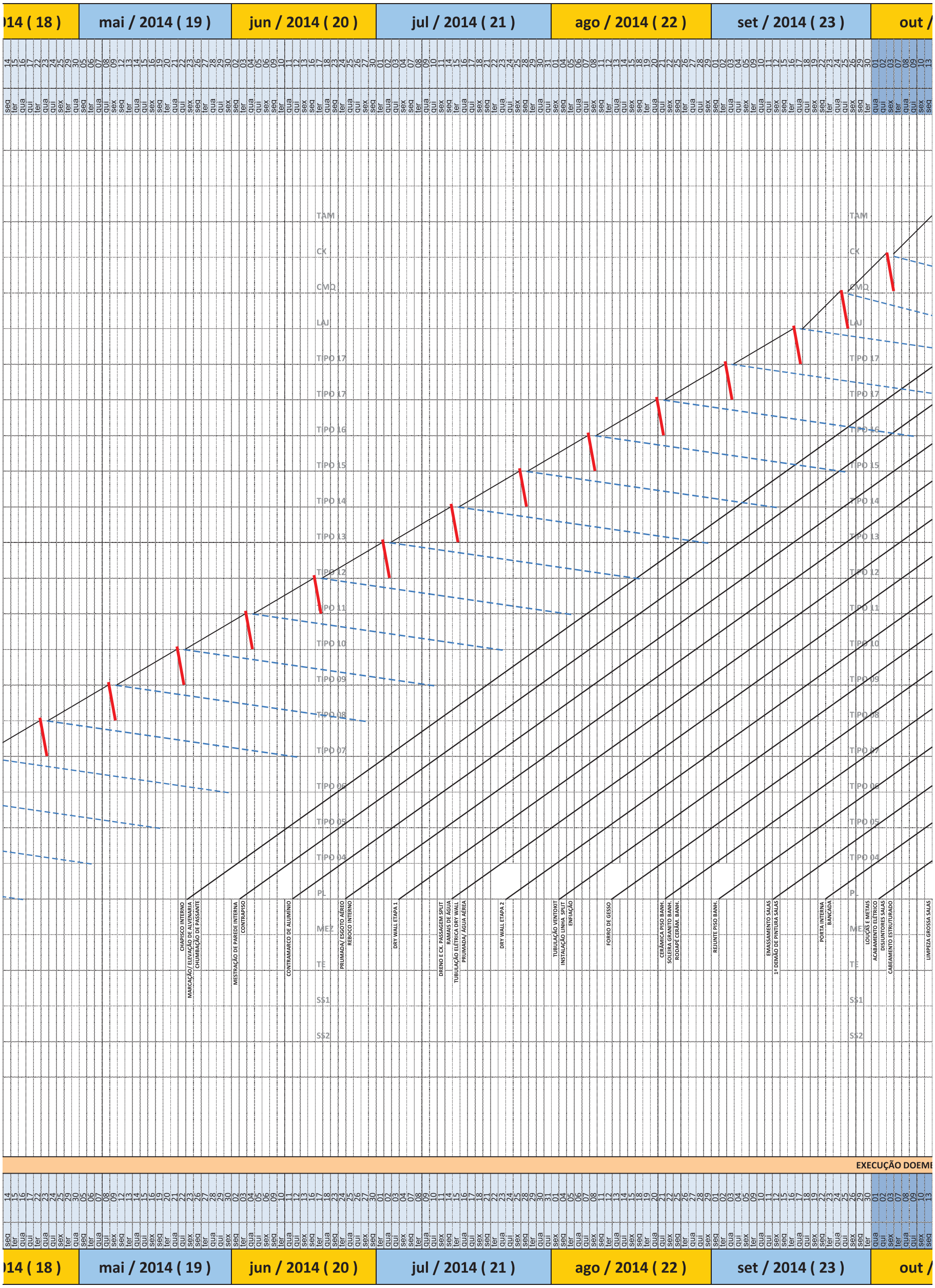


Figura 4 - Linha de Balanço (continuação)

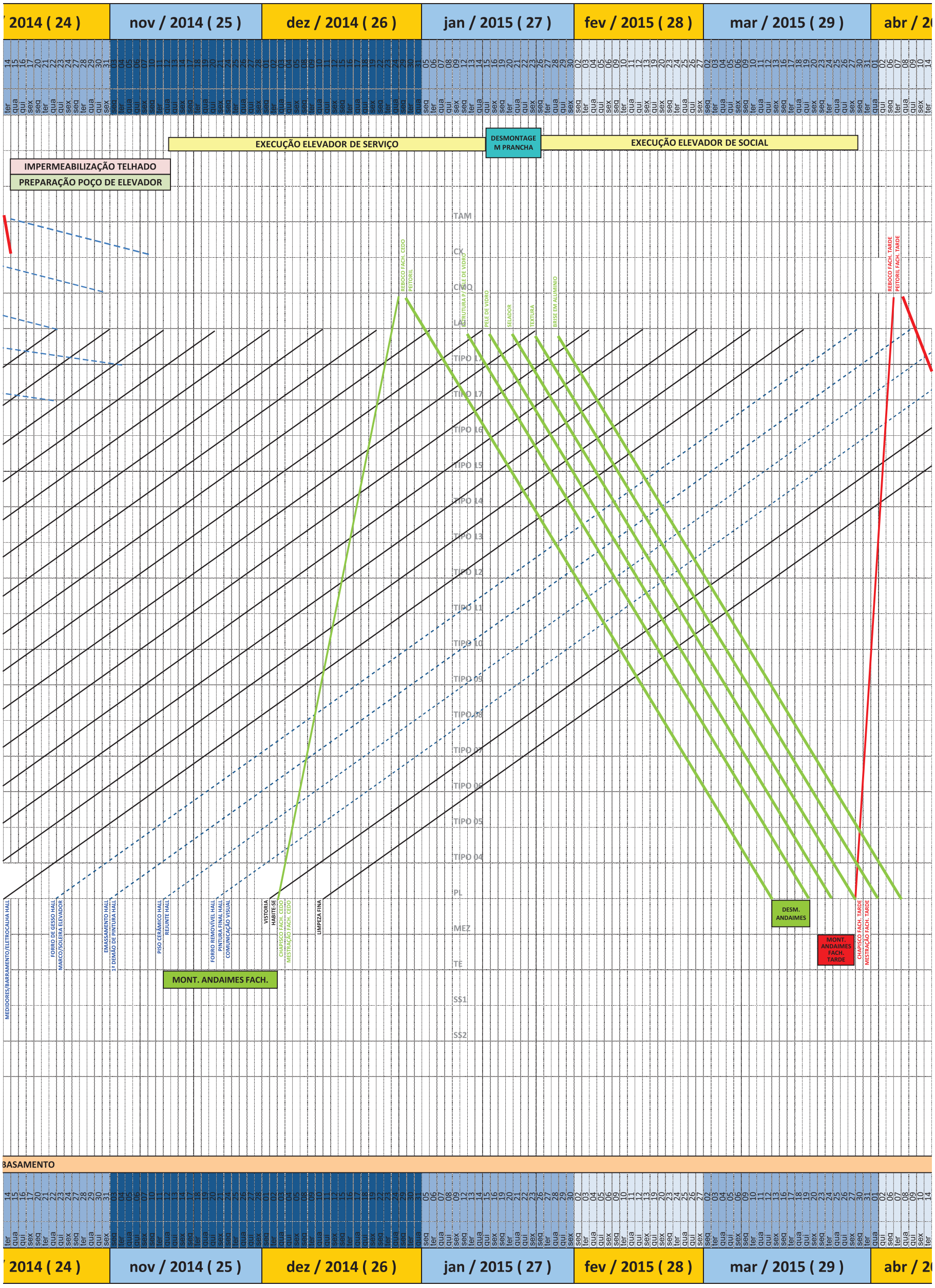


Figura 4 - Linha de Balanço (continuação)

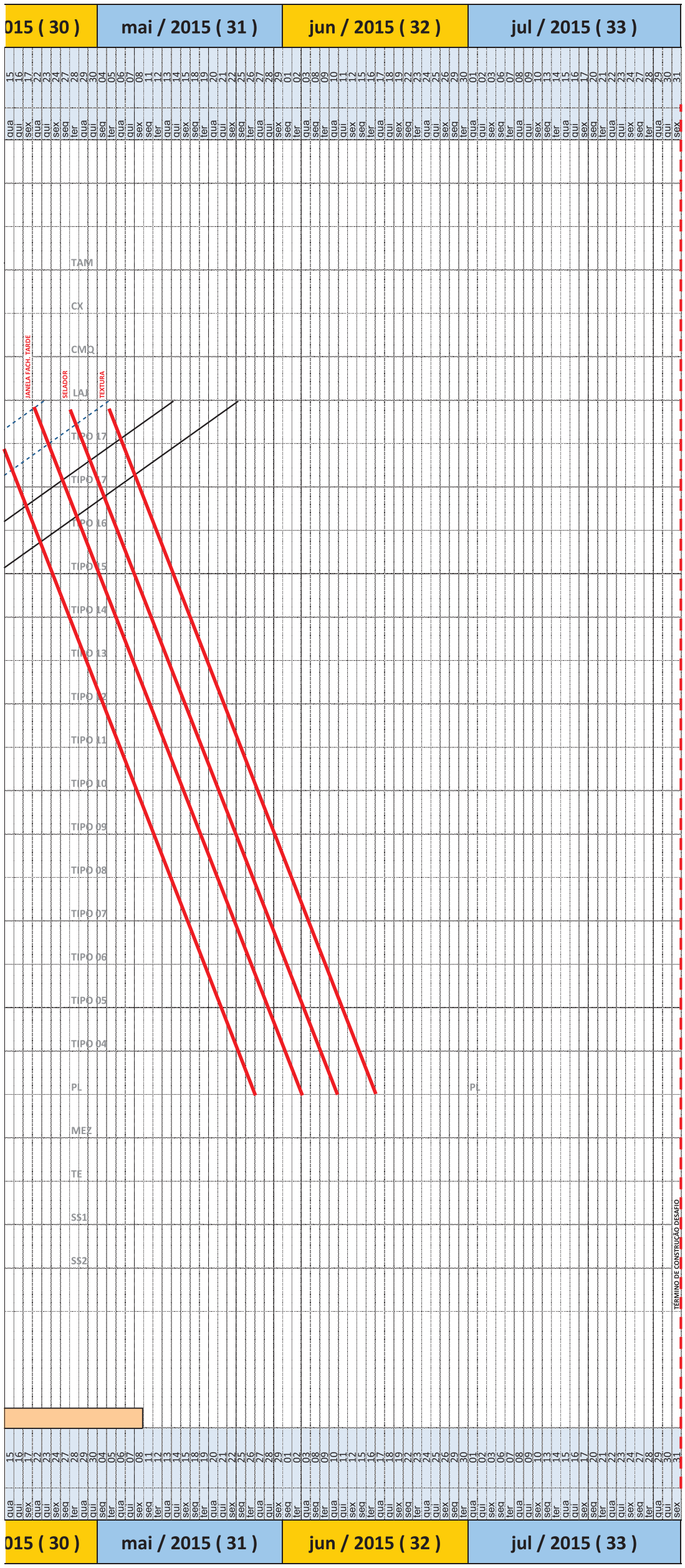


Figura 4 - Linha de Balanço (continuação)

9.3 – APRESENTAÇÃO DO FLUXOGRAMA DE MATERIAIS

A partir da linha de balanço traça-se o fluxograma de materiais, com as atividades relacionadas.

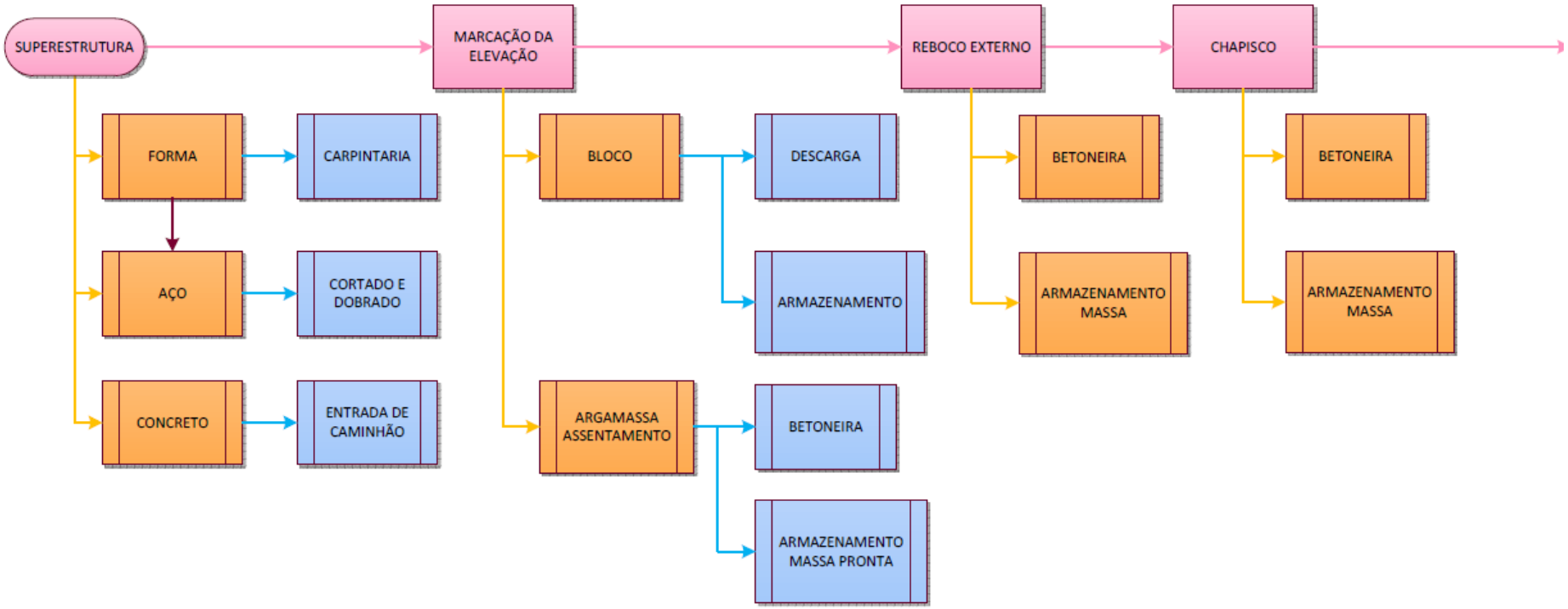


Figura 5 – Fluxograma de Materiais

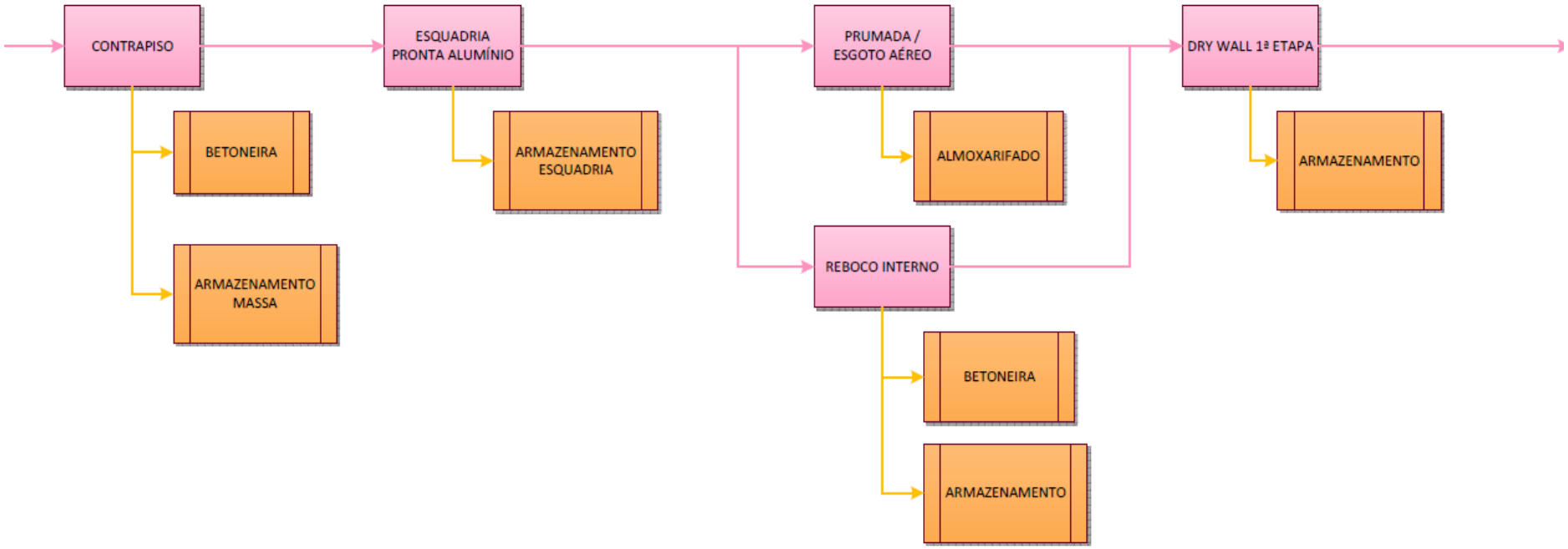


Figura 5 – Fluxograma de Materiais (continuação)

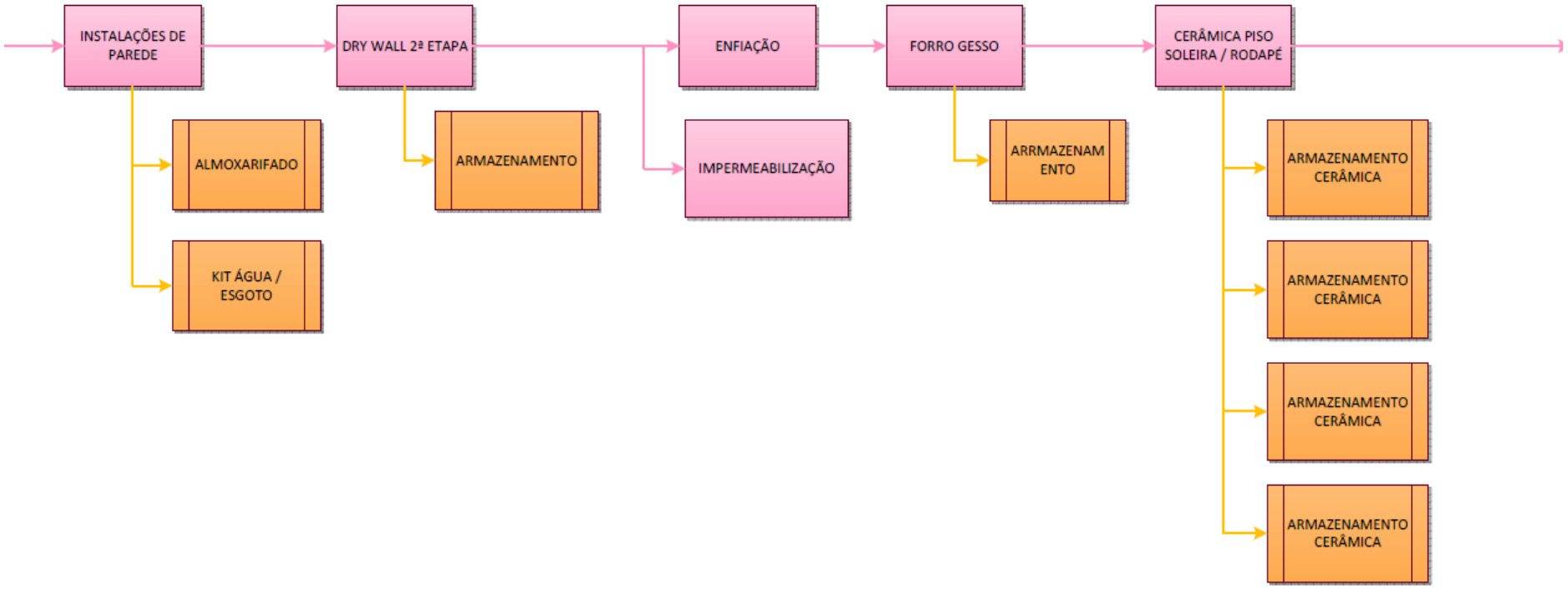


Figura 5 – Fluxograma de Materiais (continuação)

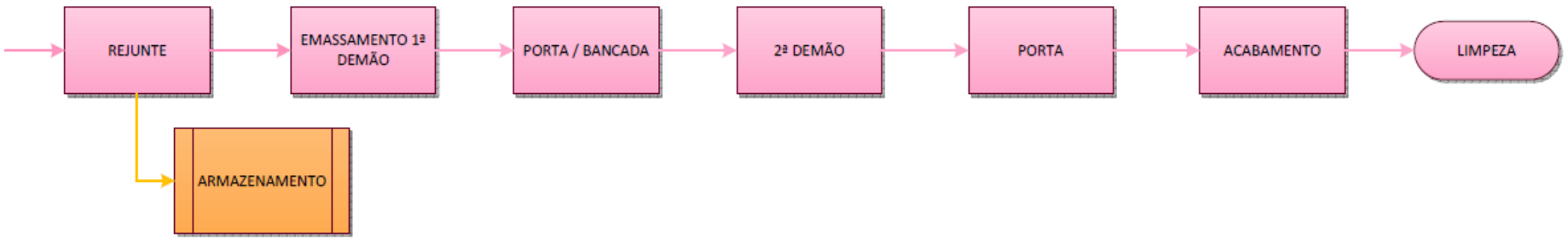


Figura 5 – Fluxograma de Materiais (continuação)

9.4 – APRESENTAÇÃO HISTOGRAMA DE MATERIAIS

Tabela 2 – Histograma de Materiais

HISTOGRAMA DE MATERIAIS									
	TORRE A			TORRE B			TORRE C		
	SERVIÇOS	QTDE	UND	SERVIÇOS	QTDE	UND	SERVIÇOS	QTDE	UND
PAVIMENTO TIPO	Alvenaria 14cm	7567	m²	Alvenaria 14cm	7567	m²	Alvenaria 14cm	7435	m²
	Dry wall	8906	m²	Dry wall	8906	m²	Dry wall	7064	m²
	Gesso placa	7052	m²	Gesso placa	7052	m²	Gesso placa	1311	m²
	Gesso liso parede	4357	m²	Gesso liso parede	4357	m²	Gesso liso parede	9093	m²
	Contrapiso	6114	m²	Contrapiso	6114	m²	Contrapiso	1354	m²
	Cerâmica	15420	m²	Cerâmica	15420	m²	Cerâmica	913	m²
	Pintura	25647	m²	Pintura	25647	m²	Pintura	17054	m²
	Portas	560	und	Portas	560	und	Portas	420	und
	Esquadrias	672	und	Esquadrias	672	und	Esquadrias	210	und
	Bancadas	336	und	Bancadas	336	und	Bancadas	210	und
	Louças	336	und	Louças	336	und	Louças	210	und
	Fachada - reboco	4100	m²	Fachada - reboco	4100	m²	Fachada - reboco	4145	m²
	Fachada - textura	4100	m²	Fachada - textura	4100	m²	Fachada - textura	4145	m²

Tabela 2 – Histograma de Materiais (continuação)

	TORRE A			TORRE B			TORRE C		
	MATERIAIS	QTDE	PALLET	MATERIAIS	QTDE	PALLET	MATERIAIS	QTDE	PALLET
ALVENARIA	Bloco 14cm	94588	927	Bloco 14cm	94588	927	Bloco 14cm	92938	911
	Argamassa assentamento	10093	404	Argamassa assentamento	10093	404	Argamassa assentamento	8006	320
PLACAS	Dry wall	4948	165	Dry wall	4948	165	Dry wall	3924	131
	Gesso placa	19589	122	Gesso placa	19589	122	Gesso placa	3642	23
CONTRAPISO	Cimento	1345	61	Cimento	1345	61	Cimento	298	14
	Areia	208	-	Areia	208	-	Areia	46	-
CERÂMICA	Cerâmica Piso	6168	228	Cerâmica Piso	6168	228	Cerâmica Piso	365,2	14
	ACII	3084	140	ACII	3084	140	ACII	183	8
PINTURA	Massa PVC	4027	183	Massa PVC	4027	183	Massa PVC	2677	122
	Tinta PVA	285	-	Tinta PVA	285	-	Tinta PVA	189	-
FACHADA	Argamassa reb ext	5228	238	Argamassa reb ext	5228	238	Argamassa reb ext	5285	240
	textura	308	14	textura	308	14	textura	311	14

9.4 – Carta de Interligação

Ferramenta que auxilia no posicionamento das partes que compõem o layout do canteiro de obras.

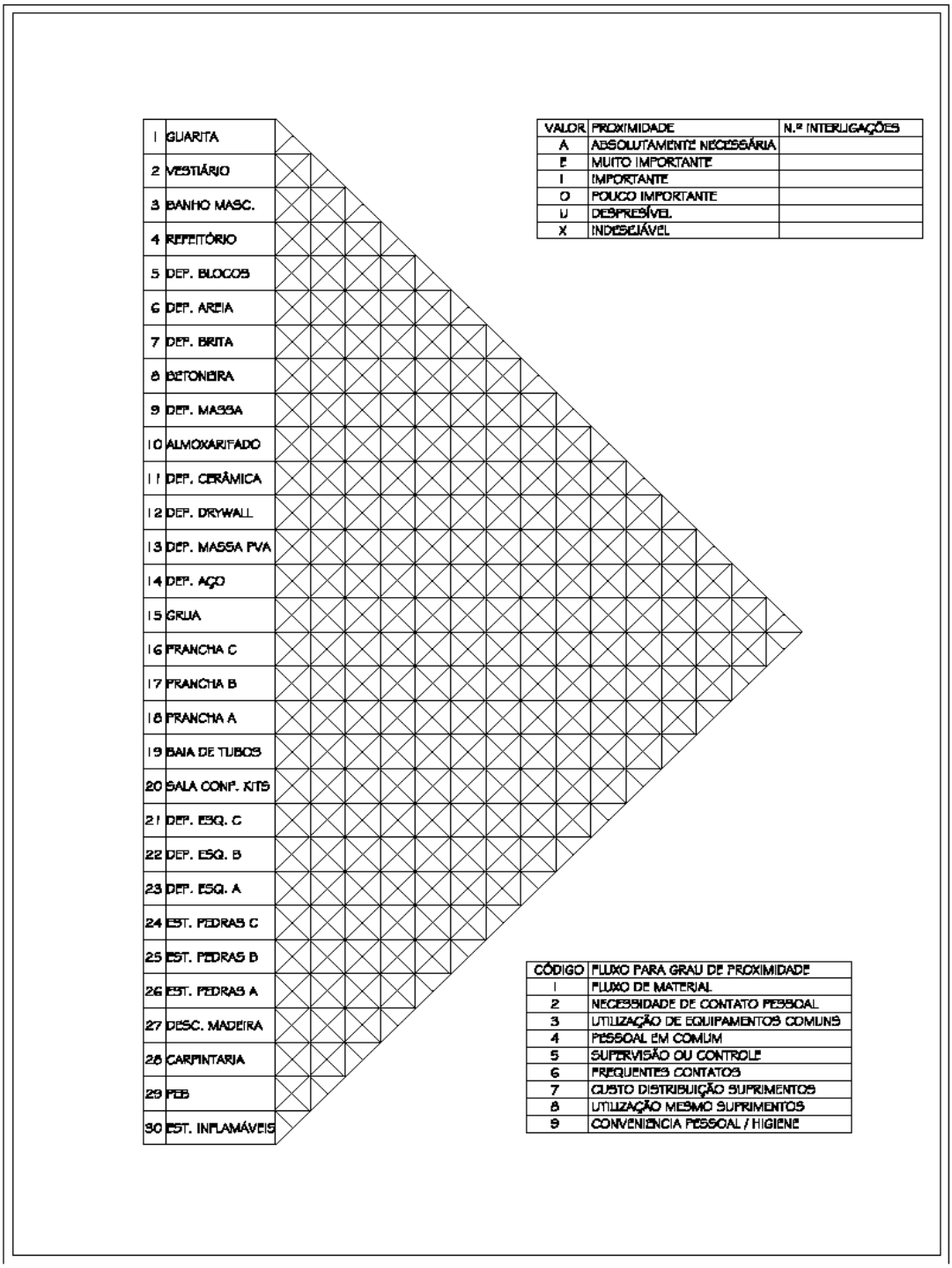


Figura 6 - Carta de Interligação

9.1 CANTEIRO DE OBRAS VAZIO

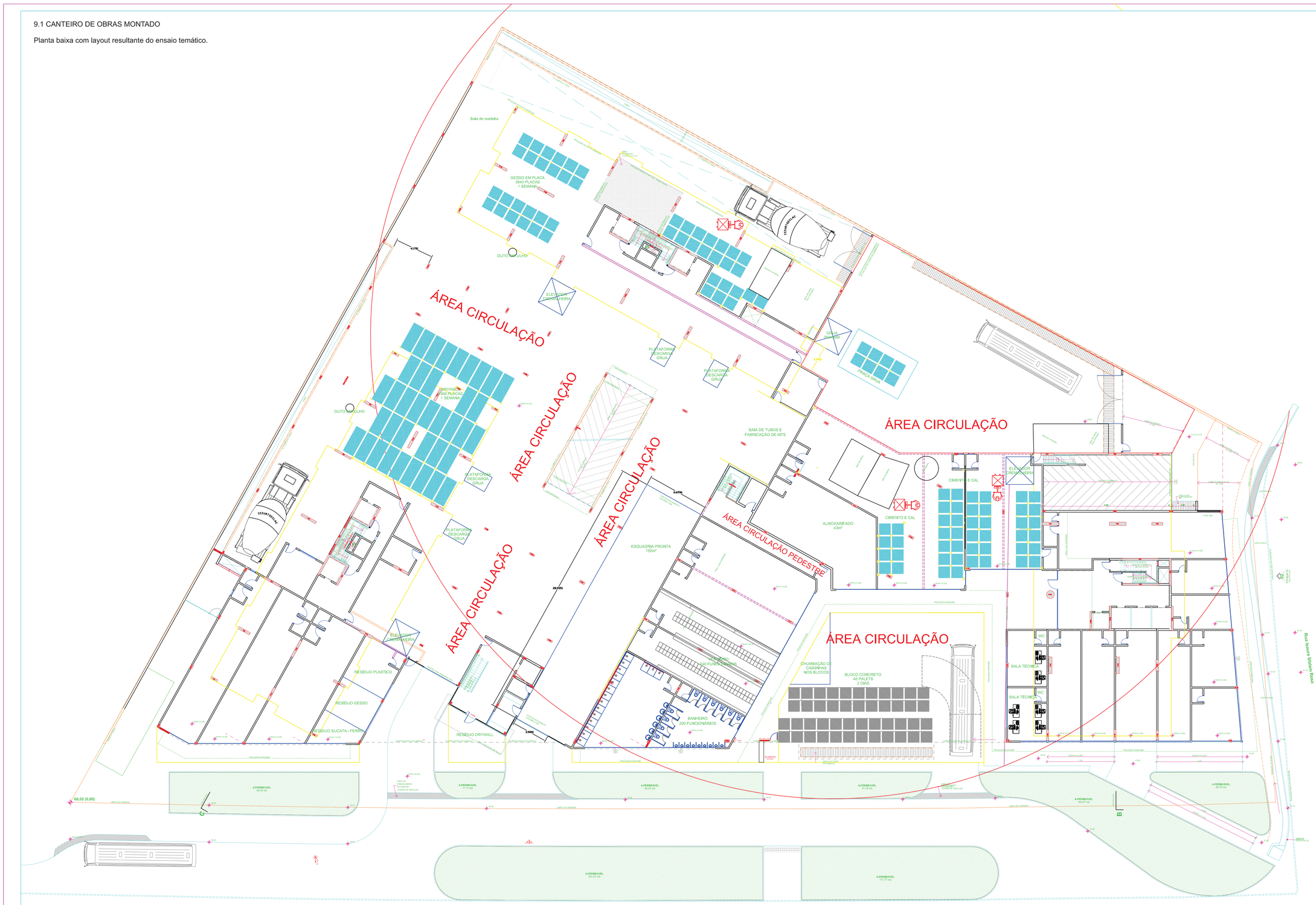
Planta base para o início do estudo.



Figura 7 - Plata Baixa Inicial

9.1 CANTEIRO DE OBRAS MONTADO

Planta baixa com layout resultante do ensaio temático.



PLANTA BAIXA – TÉRREO
Esc.: 1/200

Figura 8 - Planta Baixa Layout Final.

10 - CONCLUSÃO

Já é possível encontrar, na realidade dos canteiros de obras de algumas empresas construtoras brasileiras, uma série de modificações nos processos construtivos utilizados, que conduzem a uma maior fluidez do trabalho e, em consequência, a aumentos de produtividade e a melhorias na qualidade do produto final. Tais modificações poderiam ser ainda mais otimizadas caso o planejamento das instalações dos canteiros de obras não fosse realizado, na grande maioria dos casos, com uma quase total ausência de critérios e bases teóricas, acarretando diversos problemas que interferem no processo produtivo.

A combinação de um grande número de elementos de canteiro com a pouca disponibilidade de espaço, torna a atividade de planejamento de *layout* semelhante a montagem de um “quebra-cabeças”, exigindo que o planejador tenha disposição e criatividade para encontrar soluções inovadoras.

É importante ter-se sempre em mente que a implantação de um bom arranjo físico pode ter custos apenas marginalmente superiores à implantação de um arranjo deficiente, e que o planejamento é que determina a existência de uma ou outra situação. Por sua vez, a atividade de planejamento de *layout* consome uma quantidade muito pequena de horas técnicas, não existindo, portanto, justificativas para a sua não realização, já que os recursos despendidos são insignificantes face aos benefícios que resultam da sua execução qualificada.

Para obter um planejamento de canteiros eficiente, é fundamental a observância de algumas diretrizes e procedimentos de planejamento. Procurou-se, portanto, com este trabalho, contribuir com mais uma ferramenta de otimização dos processos produtivos no setor da construção civil, através do desenvolvimento de uma metodologia para elaboração do projeto do canteiro de obras, com base na integração do projeto, do produto e da produção, trazendo um referencial para a elaboração de ótimos projetos de layout de canteiros de obras, de forma que sejam criadas condições propícias para a realização de processos com eficiência, relacionadas a mudanças no sequenciamento de atividades, a redução de distâncias e de tempos de deslocamento e a melhor preparação dos postos de trabalho, incorporando princípios de racionalização construtiva e nova filosofia da produção de edifícios.

A importância deste trabalho, do ponto de vista tecnológico, está relacionada ao preenchimento de uma lacuna na organização da produção no canteiro de obras. A metodologia possibilita a incorporação de princípios, que, poderão aumentar a eficiência dos canteiros de obras, aumentar os níveis de qualidade e produtividade, contribuir para a melhoria do resultado final do empreendimento e aumentar a competitividade das empresas, tornando-as mais capazes, para a participação em um mercado cada vez mais exigente.

A metodologia desenvolvida além dos princípios já citados procura atender a dois outros princípios estabelecidos para o seu desenvolvimento: ser uma metodologia "aberta" e de simples aplicação, de forma a possibilitar a sua utilização por qualquer empresa, não necessitando um especialista para sua aplicação, podendo ser utilizada por qualquer profissional de engenharia civil ou arquitetura, que esteja envolvido com o projeto de produção do empreendimento.

Consideramos a aplicação desta metodologia, de fundamental importância para a elaboração do Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção (PCMAT), de forma a não se desenvolver apenas, o arranjo físico inicial do canteiro de obras, mas sim, um projeto integrado para todas as fases da obra.

11 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Áreas de vivência em canteiros de obras - NBR 12284 - NB 1367. Rio de janeiro, 1991.

HANDA, V.; LANG, B. Construction site planning. Construction Canada

KOSKELA, L. Application of the new production philosophy to construction. California, Stanford University - CIFE, 1992. (technical report 72).

MUTHER, R. Planejamento do layout: sistema SLP. Trad. de Elisabeth

SANTOS, A. Método de intervenção em obras de edificações, enfocando o sistema de movimentação e armazenamento de materiais. Porto Alegre, 1995. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SAURIN, T. A. Método para diagnóstico e diretrizes para planejamento de canteiros de obras de edificações. Porto Alegre, 1997. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SOUZA, R. Metodologia para o desenvolvimento e implantação de sistemas de gestão da qualidade em empresas construtoras de pequeno e médio porte. São Paulo, 1997. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SOUZA, U. E. L. O canteiro de obras. São Paulo, EPUSP/ITQC, 1993. (apostila do curso qualidade e produtividade na construção civil).

SOUZA, U. E. L. et al. Recomendações gerais quanto à localização e tamanho dos elementos do canteiro de obras. São Paulo, EPUSP, 1997. 19p. (BT/PCC/178).

SOUZA, U. E. L.; FRANCO, L. S. Definição do layout do canteiro de obras. São Paulo, EPUSP, 1997. 16p. (BT/PCC/177).

TOMMELEIN, I. D.; LEVITT, R. E.; HAYES-ROTH, B. SightPlan model for site layout. Journal of Construction Engineering and Management, v.118, n.4, p.749-6, Dec., 1992.