

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE

CAMPUS ARACAJU

DEPARTAMENTO DE DESENVOLVIMENTO DE ENSINO

COORDENADORIA DE ENGENHARIA CIVIL

CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

BIANCA DOS SANTOS

**CONSTRUÇÃO ENXUTA COM O EMPREGO DE FERRAMENTAS DE GESTÃO
ÁGIL: UM ESTUDO DE CASO**

MONOGRAFIA

ARACAJU

2017

BIANCA DOS SANTOS

**CONSTRUÇÃO ENXUTA COM O EMPREGO DE FERRAMENTAS DE GESTÃO
ÁGIL: UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel, da Coordenação do Curso de Engenharia Civil, do Instituto Federal de Sergipe – Campus Aracaju.

Orientador: Prof. MSc. André Maciel Passos Gabillaud

ARACAJU

2017

	Santos, Bianca dos.
S237c	Construção enxuta com o emprego de ferramentas de gestão ágil: um estudo de caso /Bianca dos Santos. – Aracaju, 2017. 65 f.
Tecnologia	Monografia (Graduação) – Instituto Federal de Educação Ciência e de Sergipe - IFS. Coordenação do Curso de Engenharia Civil. Orientador: Prof. M. André Maciel Passos Gabillaud.
	1. Construção civil 2. <i>Lean</i> 3. Gestão ágil 4 . Planejamento 5. Alvenaria I. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Sergipe – IFS II. Gabillaud, André Maciel Passos. III. Título.
	CDU 693

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me capacitar e me dar sabedoria nesse primeiro degrau da escalada a qual me propus.

Aos meus pais e meu irmão, por compreenderem os momentos de ausência e me apoiarem diante de decisões difíceis.

Ao meu professor orientador, André Gabillaud, que nesse último ano me estimulou acadêmica e profissionalmente, inclusive me inspirando com seus conhecimentos sobre a Engenharia de Produção.

Aos mestres que compõem o curso de Engenharia Civil no IFS, pela construção do conhecimento técnico que detenho hoje.

Aos colegas de curso, que estiveram comigo construindo memórias maravilhosas, assim como as contribuições de cada um para minha vida.

Particularmente aos amigos próximos que me afagaram as preocupações e dúvidas recorrentes nesse último ano de curso, inclusive durante a concepção deste trabalho.

Aos engenheiros e estagiários da construtora/obra onde desenvolvi este estudo, pela receptividade e apoio a mim prestados.

RESUMO

SANTOS, Bianca dos. **Construção enxuta com o emprego de ferramentas de gestão ágil: um estudo de caso.** 65 páginas. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe – Campus Aracaju. 2017.

O desaquecimento no setor da construção civil brasileira têm sido uma barreira para as empresas que atuam nesse mercado. Diante de condições restritas, as organizações têm buscado conhecimento a respeito de técnicas e ferramentas que possam ajudá-las a se manter competitivas. O objetivo deste trabalho foi propor a incorporação dos princípios da construção enxuta, associados à metodologia de gestão ágil visando medir seus benefícios. O estudo de caso apresentado foi desenvolvido numa construtora da cidade de Aracaju, onde em visitas ao canteiro foi realizado o acompanhamento do serviço de vedações em alvenaria e feitas observações a respeito do *layout*, projetos de paginação das elevações e medidas de gerenciamento utilizados na obra. A análise dos dados obtidos posteriores às ações e sugestões desenvolvidas foram de caráter predominantemente qualitativo. Os resultados demonstram que a utilização simultânea dos princípios e ferramentas *lean* – propostos para a otimização no abastecimento de equipes, melhorias no arranjo físico de estoques e movimentações, além da racionalização dos transportes e dos serviços – contribuem positivamente para o desenvolvimento de projetos mais eficientes. Assim como a adoção de fundamentos ágeis nas rotinas de planejamento e gestão das equipes e dos serviços podem promover abordagens mais assertivas para com os aspectos dinâmicos e singulares encontradas nas obras de construção civil. Logo, a proposição de uso combinado de ambos os conceitos se verificou válida nesse trabalho.

Palavras-chave: construção civil; *lean*; gestão ágil; planejamento.

ABSTRACT

SANTOS, Bianca dos. **Lean construction with the use of agile management tools: a case study.** 65 pages. Monografia (Bachelor of Civil Engineering) - Federal Institute of Education, Science and Technology of Sergipe - Campus Aracaju. 2017.

The slowdown in the Brazilian civil construction sector has been a barrier for companies that operate in this market. Under tight conditions, organizations have sought knowledge about techniques and tools that can help them stay competitive. The objective of this work was to propose the incorporation of the principles of lean construction, associated to the agile management methodology in order to measure its benefits. The case study presented was developed at a construction company in the city of Aracaju, where visits to the site were carried out to follow the service of masonry fences and made observations regarding the *layout*, elevation paging projects and management measures used in the work. The analysis of the data obtained after the actions and suggestions developed were predominantly qualitative. The results demonstrate that the simultaneous use of lean principles and tools to optimize the supply of equipment, improvements in the physical arrangement of stocks and movements, and the rationalization of transport and services contribute positively to the development of more efficient projects. As well as the adoption of agile fundamentals in the routines of planning and management of teams and services can promote more assertive approaches to the dynamic and unique aspects found in construction works. Therefore, the proposition of combined use of both concepts was valid in this work.

Keywords: construction; planning; lean; agile management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exemplo de análise dos fluxos de materiais num canteiro de obras	17
Figura 2 - Exemplo de uma vista de elevação em alvenaria convencional.....	19
Figura 3 - Estrutura do Sistema Toyota de Produção	21
Figura 4 - Modo de funcionamento do sistema Kanban	26
Figura 5 - Exemplo de mapeamento do fluxo de valor	27
Figura 6- Componentes do Scrum	29
Figura 7 – Central de produção de argamassa no canteiro	37
Figura 8 - Fluxo do pedido de argamassa para alvenaria	38
Figura 9 - Modelo de cartões Kanban desenvolvido	40
Figura 10 - Carrinho de mão identificado com cartões de solicitação.....	40
Figura 11 - Novo fluxo de informações estabelecido	41
Figura 12 - Quadro destinado aos cartões de pedido	41
Figura 13 - Caixa para os cartões próximo à central de argamassa	42
Figura 14 - Perda de argamassa por endurecimento no recipiente	43
Figura 15 - Croqui inicial - Projeto de layout desatualizado e incompleto	45
Figura 16 - Croqui intermediário - Projeto de layout atualizado e contendo todas as áreas de armazenamento.....	45
Figura 17 - Área próxima ao atendimento do almoxarifado	47
Figura 18 - Disposição dos materiais cerâmicos	48
Figura 19 - Croqui final - Contém sugestões de relocação dos volumes catalogados pelo croqui intermediário	49
Figura 20- Sequência de movimentações desde a chegada até o consumo dos blocos cerâmicos	50
Figura 21 - Armazenamento de blocos cerâmicos no pavimento (01)	52
Figura 22- Armazenamento de blocos cerâmicos no pavimento (02)	52
Figura 23 - Projeto de paginação da vista P12 do pavimento tipo.....	53

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	9
2.	OBJETIVOS	11
2.1	OBJETIVO GERAL.....	11
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3.	JUSTIFICATIVA	12
4.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
4.1	CONSTRUÇÃO CIVIL	13
4.2	PRODUTIVIDADE	14
4.2.1	<i>Layout</i> do canteiro de obras.....	16
4.2.2	Racionalização do transporte de blocos cerâmicos	18
4.3	<i>LEAN MANUFACTURING</i>	19
4.4	<i>LEAN CONSTRUCTION</i>	23
4.5	METODOLOGIAS ÁGEIS.....	27
4.6	APLICAÇÕES NA CONSTRUÇÃO CIVIL	31
5.	METODOLOGIA.....	33
6.	DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	35
6.1	CARACTERÍSTICAS E MÉTODOS CONSTRUTIVOS ADOTADOS NO EMPREENDIMENTO	35
6.2	ALVENARIA DE VEDAÇÃO	36
6.2.1	Transporte e abastecimento dos insumos	37
6.2.2	Produção puxada da argamassa – cartões kanban	39
6.3	<i>LAYOUT</i> DO CANTEIRO: ANÁLISE E PROPOSIÇÕES	44
6.4	PROJETOS DE PAGINAÇÃO DAS ELEVAÇÕES.....	49
6.4.1	Pedido, recebimento e armazenamento dos blocos	50
6.4.2	Implantação de lotes para o abastecimento das equipes.....	51
6.5	SISTEMÁTICA ÁGIL PARA GESTÃO DOS PROCESSOS	55
7.	CONCLUSÃO.....	58
	REFERÊNCIAS	60
	ANEXO A - PLANEJAMENTO DE MÉDIO PRAZO DO SERVIÇO DE ALVENARIA	62
	APÊNDICE A – ILUSTRAÇÃO DE QUADRO COM SCRUM PARA ATIVIDADES DA OBRA.....	63
	APÊNDICE B - MODELO DE QUADRO CONTENDO PROGRAMAÇÃO DE CURTO PRAZO	65

1. INTRODUÇÃO

Na construção civil, particularmente para o Brasil, a avaliação dos dados relativos ao triênio 2010- 2012, registraram o crescimento econômico do setor acompanhado da sua perda de produtividade. Isto significa que, embora tenha se desenvolvido um ritmo de crescimento, houve ineficiência na transformação das entradas (matérias-primas) durante o processo construtivo para os casos considerados no período. (CBIC, 2016)

Embora exista um consenso sobre a maneira pela qual é calculada a produtividade, as divergências entre premissas adotadas para defini-la podem ocasionar interpretações não realistas. O que justifica a importância na investigação dos dados referentes ao que é produzido *in loco*. Considerando ainda que o custo de um empreendimento é composto em grande parte pelo valor da mão de obra contratada e conseqüentemente pela forma como esta produz. (SOUZA, 2000)

Sendo assim, como incremento aos indicadores de produtividade, a necessidade de reconhecimento sobre o processamento e movimentações que compõem o ciclo de um serviço se torna relevante para o gerenciamento de projetos. Ao passo que a utilização dos princípios do pensamento enxuto, nascido na manufatura, ensina a construção civil que as obras não devem mais ser vistas como entrega de “produto”, mas sim como uma cadeia de processos tal como é feito na manufatura. (ABBASIAN-HOSSEINI *et al*, 2014; PÉREZ *et al*, 2016)

Nesse sentido, o emprego do pensamento enxuto tem registrado uma disseminação considerável no ambiente das obras civis. Inclusive, quando aplicado em processos prévios à construção, tais como no desenvolvimento dos documentos: projetos, orçamentos, especificações ou mesmo voltados para as fases de execução. (PESTANA *et al*, 2013)

Paralelamente a isto, também as ferramentas de “gestão ágil” fazem oposição clara ao modelo tradicional de gerenciamento em busca de resultados mais efetivos. Admite-se que a maneira como as equipes trabalham e enxergam as dificuldades em projetos complexos se tornam os pontos fortes da técnica “ágil” para o seu desenvolvimento (SUTHERLAND, 2014). A metodologia propõe o melhor entendimento e interpretação dos indicadores gerados, além de subsídios para a delegação de responsabilidades e definição de metas às pessoas envolvidas com o trabalho.

O grau de influência socioeconômica que a indústria da construção possui, inclusive a nível mundial, ratifica a necessidade do desenvolvimento de melhores práticas; assim como a busca por resultados mais eficientes dos processos construtivos, considerando principalmente as restrições impostas pelo mercado consumidor (PEREIRA *et al*, 2014).

É nesse sentido que este trabalho se propõe a contribuir para uma análise desses conceitos em detrimento das perspectivas e possibilidades de ganhos para o setor. Quanto à aplicação efetiva de ferramentas da construção enxuta, a pesquisa se limita ao serviço de elevação em alvenaria, abordando aspectos quanto à proposição de medidas para fornecimento de argamassa e racionalização a partir dos projetos de paginação. Já a abordagem de conceitos ágeis para gestão, foi concebida visando os instrumentos de planejamento e programação dos serviços da obra.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Validar e identificar benefícios da aplicação da metodologia Scrum, no processo de gerenciamento ágil em obras de construção, paralelamente ao emprego dos princípios e ferramentas da filosofia *lean construction*.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar o processo construtivo utilizado na obra escolhida para o estudo de caso;
- Identificar oportunidades de melhoria em processos a partir da aplicação de ferramentas *lean*;
- Apontar benefícios na implantação de gestão ágil em obras de construção civil;

3. JUSTIFICATIVA

Os modelos de gestão comumente utilizados em obras de construção civil, assim como as técnicas construtivas empregadas, ainda registram elevado grau de empirismo e informações baseadas no que tem sido executado desde o início do seu desenvolvimento; além de estarem infestadas com o “sentimento” do construtor, ocasionando o desenvolvimento de projetos com elevados índices de retrabalho e imprevisto.

Assim, a exploração e proposição de ferramentas de gerenciamento evoluídas a partir do modelo tradicional nas obras de construção, ao mesmo tempo que não configurem em práticas demasiadamente complexas ou metódicas, se mostra uma iniciativa de bastante valor no desenvolvimento de práticas eficazes e dinâmicas. Para que possam auxiliar às atividades dos engenheiros gestores em campo, adequando o planejamento das obras a sua real necessidade e andamento dos trabalhos. (HENRICH e KOSKELA, 2006)

Espera-se que o estudo de caso apresentado resulte na percepção de melhorias quanto ao reconhecimento dos processos construtivos empregados, adicionado das capacidades de redução de perdas conforme os princípios do *Lean Construction* (DE SOUZA, 2013). Inclusive diante da possibilidade de ampliar as orientações de construção enxuta por meio da ferramenta de gestão ágil proposta. (DELLE PIAGGE e MARCOLA, 2012)

Para o mercado, o desenvolvimento de ações gerenciais realistas e proativas, considerando os aspectos de imprevisibilidade contido nos projetos de construção, deve gerar o auto reconhecimento no que estará sendo planejado e executado, na sequência. Logo, poderão ser eliminados os vícios de obra como prazos atrasados, extrapolação no orçamento, processos com elevados níveis de perdas materiais etc.

Academicamente, as contribuições devem seguir sob a ótica de subsídio para futuros trabalhos que necessitem de conhecimentos a respeito de práticas *lean*, associadas aos modelos de gestão que mais se aproximem a realidade dinâmica dos projetos de construção civil, até então pouco explorados.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 CONSTRUÇÃO CIVIL

O desenvolvimento da construção civil representa para um país boa parte da sua capacidade em gerar emprego e renda para a população. Entre os setores produtivos, ainda é a cadeia construtiva que mais se destaca quanto a ocupação de mão de obra humana. Desse modo, um cenário favorável para as áreas de desenvolvimento dos centros urbanos e expansão de infraestrutura constroem a base econômica de uma nação, à medida que gera renda para o colaborador e mantém o desenvolvimento econômico.

Incentivar o desenvolvimento das aglomerações populacionais é como uma via de mão dupla para o setor da construção. As comunidades rurais tendem, desde o início do desenvolvimento industrial, migrar para os centros urbanos e assim demandam que sejam realizados investimentos em infraestrutura para recebê-los. Enquanto isso, o desenvolvimento de obras de moradia e subsídios estruturais alimentam os postos de trabalho nas cidades.

No Brasil, o intervalo temporal entre o início do século XXI até meados do fim da sua primeira década, pode ser considerada uma época áurea para o crescimento do setor de construção. Houve nesse período um aumento sucessivo dos índices quanto à sua expansão e lucratividade em todo país.

Entretanto, nos últimos seis anos tem vigorado um cenário bastante divergente daquele. Os indicadores revelam taxas crescente de desemprego e abandono na expectativa de novos empreendimentos, paralelamente à impulsão das visões sobre a manutenção desse estado de queda e depreciação em que se encontra a economia brasileira. Adicionando-se ainda o baixo índice de expectativa em investimentos na área, indicada em 28,8 pontos no décimo mês de 2016. (SONDAGEM INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2016)

Apesar de menos restrito, as dificuldades para o financiamento seguidas de altas taxas de juros que vigoram no mercado estão entre os fatores mais verificados para a resolução desse quadro. Sendo ultrapassadas apenas pela insuficiência na demanda interna, para gerar a força motriz da máquina construtiva; fator apontado como o principal problema entre as empresas de construção. (SONDAGEM INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2016)

Contudo, além da importância do ambiente externo, as empresas devem estar atentas também para o grau de influência que as suas relações internas, tais como o bom desempenho dos serviços, rendimento maximizado do uso de recursos, atendimento aos critérios de

qualidade dos clientes, garantia de certificação e reconhecimento perante o mercado e outros, podem auxiliar no processo de reação às condições desfavoráveis do mercado.

O desenvolvimento potencial das organizações, em atividades internas ao seu funcionamento, proporciona melhor visibilidade das mesmas perante o mercado consumidor, paralelamente à sua colocação no *ranking* de organizações no ambiente econômico em que está inserida, conferindo-lhe capacidade para ser competitiva perante suas semelhantes. Dessa forma, justifica-se que novas práticas sejam incorporadas pelas empresas de construção, a fim de que se possa aumentar o potencial no tipo de serviços prestados.

Conforme Paliari (2008), ainda o setor da construção é carente de informações, dado que seus produtos possuem elevado grau de diversidade e os níveis de qualificação dos profissionais empregados também é bastante heterogêneo, ficando em segundo plano a utilização de conhecimento sistemático com base em pesquisa científica.

Dessa forma, práticas como por exemplo o *benchmarking* - ou observação de semelhantes para aprendizagem de melhores práticas - deve ser realizada tanto internamente ao nicho de atividades, quanto nos tipos de serviços e ações de transformação que de algum modo se assemelham ao ato de construir, não sendo aplicado de forma restrita. Possibilita então que as ideias de inovação e melhoria possam ser inseridas em todos os processos susceptíveis àquelas, exilando a impressão de que as algumas técnicas são e devem permanecer focadas no que já se tem feito desde o princípio da construção, quando ainda na Idade Antiga os povos construía com blocos de rocha.

4.2 PRODUTIVIDADE

Com o intuito de reconhecimento da capacidade de produção e utilização dos insumos no ato dos processos de transformação, surgem as medições sistemáticas apropriadas como produtividade. Entretanto, é importante que além de medir, a ação de vislumbrar o processo produtivo resulte também no reconhecimento das capacidades e aspectos influenciadores no beneficiamento de insumos; afim de margear a construção de um diagnóstico a respeito do potencial de aproveitamento de determinado serviço ou atividade de transformação. (PALIARI, 2008)

O índice de produtividade pode ser entendido como equivalente à eficiência em se transformar entradas em saídas num processo produtivo (SOUZA, 1998 *apud* SOUZA, 2000). Assim sendo, é considerado por muitos especialistas um indicador de bastante valor e que simultaneamente inspira cuidados no seu processo de admissão. Sendo posteriormente

empregado nas ações de melhorias aos processos que visa o suprimento de algum déficit ou mau desempenho já identificado. (SOUZA, 2000)

Ainda de acordo com Souza (2000), a amplitude que os dados sobre produtividade podem tomar chega a dimensões tão valorosas que é possível, por exemplo, fazer-se a consideração sob diversos pontos de vista, tais como: a medição física de diferentes recursos utilizados (máquinas, ferramentas, kits de material utilizado etc); avaliação de recursos financeiros dedicados e outros.

No Brasil, o indicador que representa a produtividade foi denominado por Razão Unitária de Produção (RUP) e trazido ao reconhecimento por meio de pesquisas anteriores de Souza (2000). A relação matemática expressa, de maneira simplificada, qual volume de recursos dispendidos para a obtenção de uma unidade padrão de serviço, disseminada genericamente pela expressão “homens-hora por quantidade de serviço – Hh/ QS”. Desta feita, pode-se medir qualquer que seja a natureza do insumo em função da medida padrão que seja mais conveniente para a análise dos padrões de desempenho da produção.

Contudo, a abrangência e premissa adotada para a mensuração de produtividade, conforme já mencionado, podem partir de preceitos distintos e inclusive específicos para cada gestor. Justificando assim a cautela necessária no momento de referenciá-los para não incorrer em erros de sub ou superdimensionamento das capacidades. Além disso, também a classificação das RUP's medidas pode variar em função de temporalidade e frequência de medida, por exemplo. Entretanto, não se entrará nesse mérito para a pesquisa desenvolvida, uma vez que não se fará nenhum tipo de especificação dessa natureza.

Em suma, o reconhecimento dos potenciais produtivos para a cadeia da construção civil, faz-se um grande aliado nas ações de melhoria e desenvolvimento de competitividade. Subsidiando tomadas de decisão quanto aos aspectos de controle e retroalimentação do processo de acompanhamento gerencial das obras e serviços de engenharia.

Adicionado a isso, também a concepção de planos e metas melhor definidas e assertivas quanto às expectativas, por exemplo de custo e tempo, podem ser fruto de investidas conscientes na direção das medições e interpretação dos dados apurados em monitoramento e leitura dos indicadores.

Nesse sentido, a seguir serão apresentados critérios que podem ser avaliados em relação ao *layout* do canteiro de obras e sistemas de racionalização de blocos cerâmicos, com vistas a promoção de melhorias para os índices de produtividade medidos num canteiro de obras.

4.2.1 *Layout* do canteiro de obras

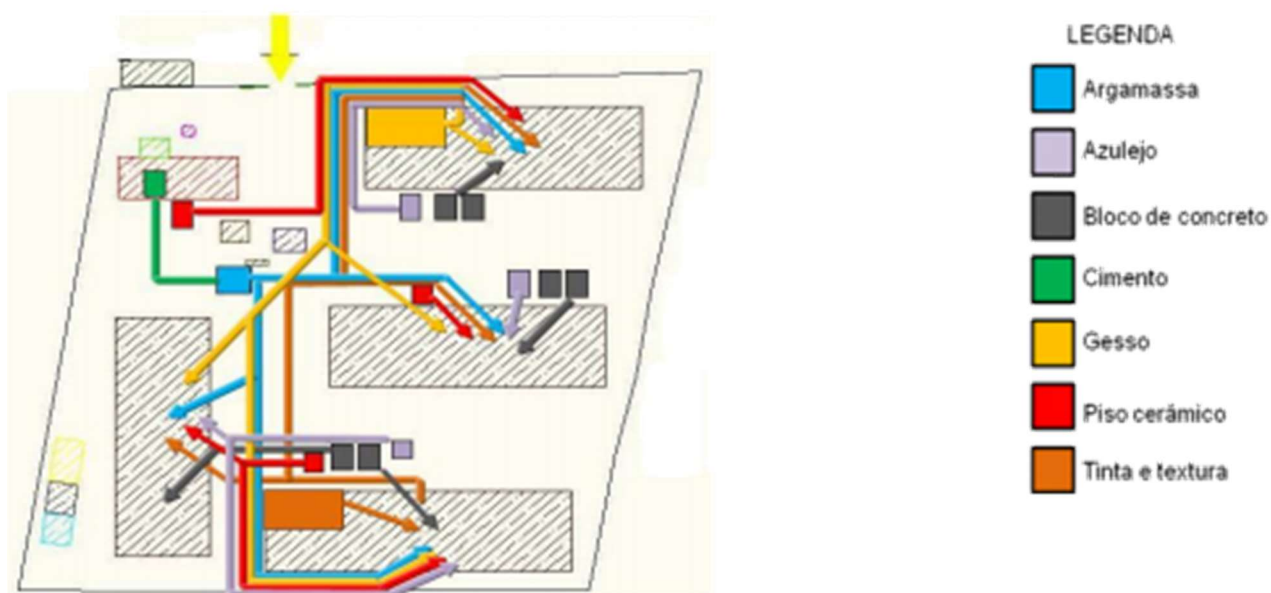
A organização dos recursos utilizados durante uma obra de construção civil seja em espaço para armazenamento quanto para orientação da movimentação durante o seu uso é uma das principais necessidades verificadas no ato de instalação de um canteiro. Um bom projeto de canteiro deve promover o melhor aproveitamento dos espaços físicos, bem como a otimização do uso e distribuição física das pessoas e dos materiais. (SAURIN; e FORMOSO, 2006)

Todavia, existem casos onde o canteiro de obras é uma área restrita para abrigar máquinas, equipamentos e mão de obra simultaneamente. Assim características de acesso, como a ausência de vias de acesso em condições de tráfego ou mesmo logradouros com elevada movimentação de veículos, se tornam condicionantes de grande relevância durante a concepção dos projetos de *layout*.

Saurin e Formoso (2006) concordam que normalmente não há um conjunto de aspectos de natureza técnica que venham a orientar a elaboração do *layout* de canteiros. Por conta disso, experiências anteriores e o senso comum por parte dos gestores, são normalmente fatores preponderantes sobre o arranjo físico adotado.

O negligenciamento a respeito das movimentações materiais, desde os pontos de abastecimento até o último componente da cadeia de execução dos serviços, é algo bastante comum. Muitas vezes, o criador do projeto de *layout* atenta apenas para alguns pontos isolados que considera mais importantes, esquecendo-se, por exemplo, do cruzamento entre fluxos, da concentração de pessoas por vias próximas a centrais de produção, da localização desfavorável de pontos de descarte de resíduos de processamento e outros inconvenientes. (Figura 1)

Figura 1 - Exemplo de análise dos fluxos de materiais num canteiro de obras



Fonte: Cesar *et al*, 2011.

A necessidade de desenvolvimento de um *layout* eficiente e bem planejado se justifica pelos resultados em redução dos custos de operação e um aumento na produtividade instalados. Sendo imprescindível também a sua atualização conforme forem realizadas mudanças nos nichos de armazenamento e transformação que o compõem. (DE TOLEDO JÚNIOR, 2007)

Quanto a essa alteração, a distribuição física dos componentes de uma obra é um caso peculiar de outros ambientes, como: chão de fábrica, escritórios, lojas de comércio, pois nos canteiros de obras ao invés do produto seguir pela linha de produção/ beneficiamento, é a mão de obra que se movimenta em torno do produto acabado. Ou seja, a linha de sucessão compreende o movimento de máquinas e pessoas envolvidas no processo, enquanto o item produzido vai se modificando a cada nova frente de serviço deslocada.

Garantir a efetividade de uma distribuição física, que seja tecnicamente a mais viável para o desenvolvimento das atividades durante a construção de um empreendimento, pode ocasionar benefícios visíveis. De Toledo Júnior (2007) menciona resultados, como:

- Ambiente de trabalho apropriado, incorrendo em menores riscos de saúde e segurança;
- Aumento no ritmo de produção;
- Redução dos espaços percorridos;
- Melhor supervisão dos serviços desenvolvidos;
- Ajustamento facilitado de mudanças.

4.2.2 Racionalização do transporte de blocos cerâmicos

O ato de promover processos racionalizados dentro de uma obra refere-se ao conjunto de ações voltadas para o melhor uso de ferramentas e equipamentos, e, portanto, potencialização dos seus resultados. Seja de forma específica, ou de modo generalizado, a racionalização construtiva refere-se ao melhor aproveitamento de recursos. O seu principal objetivo é, portanto, garantir a eficiência em aspectos de produtividade no canteiro e competitividade diante do mercado. (MARQUES, 2013)

Esse tipo de medidas pode ser aplicado diretamente em processos de transformação, como por exemplo na utilização de ferramentas que ampliem a capacidade de realização de um determinado serviço - assim como é o uso de bisnagas de argamassa ao invés das colheres de pedreiro. Ou ainda, presente em atividades complementares, tais como o transporte de materiais pela planta do empreendimento, a exemplo de adaptações com rampa para facilitar o manuseio de carrinhos de mão quando há que se vencer desníveis internos.

Então, pensar o empreendimento como uma sequência orientada e interdependente de transformações é o subsídio inicial para a proposição de medidas racionalizadas. Ora, uma vez que as etapas de uma construção adquirem um sentido ampliado de uma cadeia de processos, fica para trás a visão tradicional e limitada de que são apenas entregas de produto, ou seja o produto fundações, o produto superestrutura, o produto vedações etc.

Observar a sequência invertida das ações que culminam na entrega de uma etapa ou serviço de uma obra significa desmembrar cada um dos produtos em fases menores de entrega. Assim como a entrega final, deve ser auditada sob os aspectos de qualidade, conformidade, atendimento aos requisitos normativos, consumo eficiente de recursos. Esses e outros tantos aspectos, são normalmente depositados nas popularmente conhecidas FVS, ou Ficha de Verificação dos Serviços.

Também é possível utilizar medidas de racionalização para promover a redução dos tempos de transporte, diminuição de estoques, exclusão de partes ou passos que não agreguem valor às atividades, melhor aproveitamento dos materiais e, conseqüentemente, a geração de menores volumes de resíduos da construção, o que remete aos princípios da construção enxuta, adiante citada.

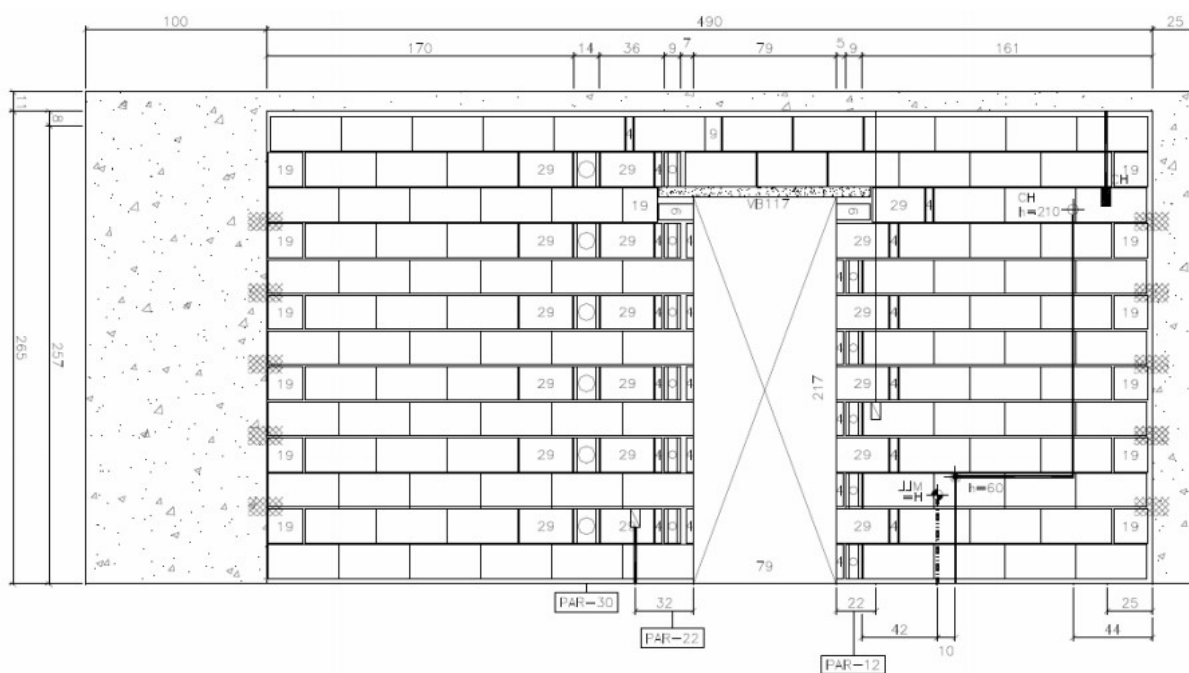
Marques (2013) enfatiza que durante a fase de concepção dos projetos já é possível utilizar-se de medidas racionalizadas. Isso acontece porque desde o momento onde são concebidos os projetos da construção é possível admitir medidas que visem a ocorrência de

retrabalhos e divergências. Seja na documentação de especificações dos serviços/ materiais, pedidos de autorização pelos órgãos de fiscalização ou mesmo na contratação dos projetos.

A adoção de projetos para produção de alvenaria de vedação têm sido uma tendência crescente entre as construtoras. Principalmente a compatibilização entre os projetos arquitetônico, estrutural e complementares é beneficiada por esse tipo de projeto. Além da redução de perdas físicas quanto aos volumes de materiais descartados, no ato de quebra para inserção de instalações e passagens, que antes não eram previstas.

Essa prática considera a elaboração de vistas frontais e em planta das paredes que compõem cada pavimento (Figura 2). Desse modo, são obtidas representações em escala de todas as elevações, incluindo a locação dos seus componentes: aberturas de vão, vergas e contra vergas, blocos cerâmicos, itens de instalações elétricas, passagens de dutos etc.

Figura 2 - Exemplo de uma vista de elevação em alvenaria convencional



Fonte: Dueñas Peña (2003) *apud* Monteiro (2011)

4.3 LEAN MANUFACTURING

Foi nas indústrias da família Toyoda, no Japão, que o engenheiro mecânico Taiichi Ohno vislumbrou as possibilidades de melhoria no sistema de produção até então praticado por eles. O cenário de devassamento consequente da Segunda Guerra Mundial, adicionado ao mercado externo potencialmente competitivo e à fragilidade da economia interna japonesa,

foram as condicionantes utilizadas para impulsionar o novo modelo produtivo a ser desenvolvido. (WOMACK, *et al* 2004)

Diante da impossibilidade de replicar a forma de produção adotada nos países ocidentais, a indústria automobilística japonesa inicia um processo de readequação dos sistemas produtivos utilizados mundialmente para atendimento das suas necessidades específicas e restritas. O ponto crucial para sua adaptação é atribuído às condições do sistema de produção em massa, quando se identificou que esse estava infestado de desperdícios, ou *mudas*, esforços dispendidos.

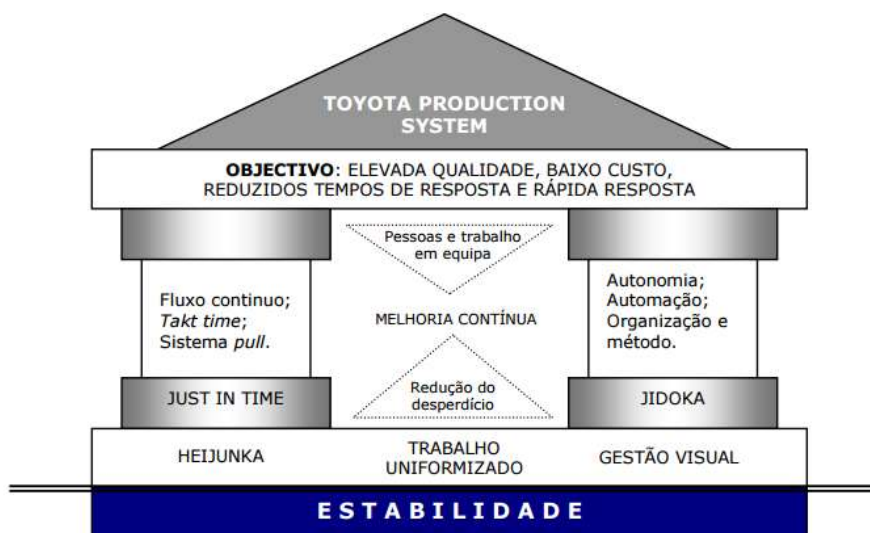
Então, perseguindo a eliminação dos desperdícios e a satisfação dos clientes, o Sistema Toyota de Produção (STP) impulsiona a manufatura japonesa por meio das práticas kaizen, que visam a melhoria contínua nos processos, com a adoção de ações para prevenir a ocorrência de erros, poka- yoke, e ainda multiplicando os sistemas kanban, para auxiliar no controle e balanceamento da produção. (PINTO, 2008)

A cultura em que estava baseada o STP inspirou mais tarde outras empresas por todo o mundo. Segundo Pinto (2008), embora algumas adaptações tenham sido feitas ao longo dos anos por cada um de seus seguidores, é consenso que existem elementos que podem ser ditos como essenciais para caracterizar tal sistema, sejam eles:

- Processos Just in Time (JIT): o que significa que a produção e também o fluxo de informações dos processos na cadeia devem ser manipulados segundo o sistema puxado pelo cliente; normalmente, o JIT pode ser dito como “produzir somente o que foi solicitado, no momento em que for solicitado”.
- Jidoka: parte do princípio da autonomia, ou seja, confere aos processos autonomia dos colaboradores para interferem nas máquinas, com vistas à perfeição dos produtos.
- Heijunka: consiste na criação de fluxo contínuo das ações no processo, por meio do nivelamento entre as funções de abastecimento e transformação de insumos.
- Padronização: prega a definição de um modelo uniforme para os processos, para viabilizar a transparência e diminuir a incidência de defeitos encobertos, facilitando a gerência dos produtos.
- Melhoria contínua: faz menção a busca pelo produto perfeito, com zero desperdício, que se torna premissa dos processos produtivos.
- Gestão Visual: considera que os controles da produção devem ser transparentes e de simples compreensão, para que possam ser vistos e disseminados por todos os níveis da organização.

- Estabilidade: refere-se à instituição de um sistema estável de produção, reforçado pelos conceitos acima expostos. (Figura 3)

Figura 3 - Estrutura do Sistema Toyota de Produção



Fonte: Pinto (2008)

A introdução do pensamento enxuto, derivado do Sistema Toyota de Produção se dá pela publicação do livro “Lean Thinking” de Womack e Jones, onde se define que o pensamento enxuto é a solução para os desperdícios da produção. Também nesse volume, o autor introduz a máxima de que “o pensamento enxuto é *lean* porque proporciona fazer mais, e mais com menos – menores esforços de mão de obra, equipamentos, tempo e espaço”. (WOMACK, *et al* 2010)

Originalmente, foram identificadas sete fontes de desperdícios, que de acordo com as ações de melhoria e alcance pleno da filosofia *lean* precisavam ser eliminados, são eles: superprodução, espera, transportes, processos inadequados, estoques, movimentação desnecessária e defeito. (PINTO, 2008).

Cada um dos tipos de desperdícios pode ser vislumbrado conforme a seguir:

- Superprodução: verificado no ato de requisitar a produção que se faça a mais do que foi solicitado pelo cliente final, normalmente pode ser sintoma de produção desnivelada.
- Espera: tempos improdutivos de pessoas e máquinas normalmente ocasionados por falhas de comunicação e abastecimento. Tais como solicitações de requisição de materiais tardia, má gestão nos planos de curto prazo etc.

- Transportes: movimentação desnecessária de materiais e pessoas, que poderiam ser dispensadas no fluxo da produção. Pode ser exemplificado no ato de descarga e estocagem sucessiva de materiais em locais diferentes da sua utilização- fim.
- Processos inadequados: realização de ações desnecessárias a produção do item a ser comercializado.
- Estoque: ato de armazenar matérias-primas e insumos em grandes volumes, seja antes do início do processo ou entre ações de beneficiamento. Normalmente verificado quando se admite volumosos lotes de produção. Ocasiona altos custos e desempenho aquém do esperado.
- Movimentação desnecessária: organização espacial inadequada, não levando em consideração o fluxo físico de materiais e pessoas durante a sequência de produção.
- Defeitos: Baixo desempenho dos produtos sob os aspectos qualitativos considerados pelos clientes.

Então, para implementação eficaz da filosofia, partindo dos princípios de eliminação dos desperdícios e produção de resultados significativos ao cliente final, o pensamento enxuto introduz cinco princípios fundamentais (WOMACK, *et al* 2010):

- Valor: são as características consideradas como imprescindíveis para os clientes finais, ou seja, é tudo por quanto os consumidores estão dispostos a pagar. Logo, a definição do real valor de um produto, ou processo produtivo, é o ponto de partida para uma avaliação de quão eficiente é a sua transformação. Então, o *start* para a identificação do processo “criador de valor” na cadeia de um produto ou serviço, é o início para o reconhecimento da cadeia da transformação. Por isso, existe a necessidade de assegurar a assertividade no que de fato está sendo produzido, quanto ao valor para o cliente final.
- Cadeia de valor: consiste basicamente em três passos fundamentais desde a identificação de que tipo de produto é desejado pelo cliente, até a entrega física do que lhes foi requisitado. Considera-se desvio nulo em qualquer característica e/ou processos solicitados. Diminui inclusive custos de produção atribuídos a processos que em nada agregam valor para o objeto final. Baseia-se na transparência dos requisitos iniciais e parte da necessidade de segui-los com os mínimos desvios possíveis.
- Fluxo: o caminho percorrido desde o início até o fim das ações de transformação, na produção de bens e serviços, é admitido como o desenho de fluxo produtivo. Então,

seja para bens físicos ou informações, o ato de identificar as movimentações possibilita que sejam quantificadas as contribuições para o objetivo final de cada um dos movimentos.

- Produção puxada: consiste na evolução da cadeia produtiva vista no sentido inverso das operações. Ou seja, é a consideração do produto requisitado nos pontos de venda na ordem contrária até que seja feita a solicitação do primeiro processo, como por exemplo, o pedido de matéria-prima. Mais simplificada, puxar a produção remete ao nivelamento dos processos de acordo com a demanda. Diminuindo assim um ritmo desordenado de produção e desperdício de insumos dedicados a produtos que sequer foram solicitados.
- Perfeição: é o quinto e último princípio *lean*, contudo não ocupa a posição final da cadeia. Os valores expostos e inter-relacionados acima podem ser vistos então como um ciclo infindável nas cadeias de produção. E, portanto, a busca pela perfeição pode ser o ponto de partida para a identificação de valor, reconhecimento da cadeia de valor, definição do fluxo e o ordenamento puxado da produção, mas também é o produto fim da sequência elaborada.

São inúmeros os casos e relatórios que dissertam a respeito dos benefícios de importação do pensamento enxuto, para qualquer que seja o segmento ou porte da organização. Traduz-se inclusive para valores, tais como: aumento em até um terço nos valores de produtividade, aumento nos níveis de serviço e qualidade dos serviços prestados em até 90%, além do maior envolvimento de pessoas e capacidade de atendimento das empresas. (PINTO, 2008)

4.4 LEAN CONSTRUCTION

Em 1992, o pesquisador e autor finlandês, Lauri Koskela introduz as primeiras visões do *Lean Construction*. Considerando as semelhanças e melhorias já introduzidas em obras de construção, por meio da adaptação de técnicas de sucesso da manufatura - a exemplo dos conceitos de modulação e adoção de sistemas de informação integrados - também as visões do *lean* foram sugeridas por ele para se adaptar ao ambiente mutável e carente da construção. (KOSKELA, 1992)

Uma revisão nos conceitos e bibliografias produzidos até então, orientaram o finlandês à proposição de incremento aos conceitos do STP. Então, considerando alguns aspectos, como

o JIT e as políticas de qualidade total, ele desenvolve uma nova filosofia de processos voltados para a construção civil.

Consequentemente, as análises de fluxo e desenvolvimento dos processos na engenharia civil passam por um incremento tal qual visto pela manufatura enxuta. Os processos de transformação de insumos, identificados através de tarefas que compõe as atividades de construção e projeto, passam a ser examinados para a identificação e erradicação de possíveis desperdícios.

A respeito das peculiaridades em empresas do setor de construção civil - seja em porte, processos utilizados ou mesmo em virtude da natureza por ela assumida - Koskela considerou algumas dificuldades sobre a admissão da nova filosofia. Entretanto, para o mesmo, deve haver consenso sobre a adoção sistemática de processos que adicionem valor aos produtos; simultaneamente à diminuição de atividades que não agreguem valor. Diante disso, foram formulados 11 princípios a serem utilizados na difusão da construção enxuta:

- Reduzir a parcela de atividade que não agrega valor

Pode ser enxergado através reconhecimento dos fluxos de transformação inerente às etapas construtivas. Faz-se necessário mapear os processos de transformação, inclusive o caminhar de informações e materiais/máquinas utilizadas, discernindo as ações que contribuem de fato para a composição em valor do serviço realizado.

- Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes

Deve ser desenvolvido por meio de uma análise comparativa entre o pedido requisitado e o produto entregue pela construção. Logo, a identificação de valor pelo cliente no produto ou processo entregue é capaz de quantificar o valor dos processos realizados.

- Reduzir a variabilidade

Consiste na padronização dos produtos oferecidos, reduzindo a possibilidade de desvios de qualidade e finalidade básica. Logo, induz ao processo um nível de assertividade dos esforços realizados.

- Reduzir o tempo de ciclo

É basicamente a diminuição nos tempos de produção cíclica. Remete ao volume de lotes de produção e ao passo produtivo. Propondo inclusive o conceito de células produtivas, onde o fluxo de produtos segue peça-a-peça pela cadeia de beneficiamento.

- Minimizar o número de passos e partes

Deve ser introduzido através dos conceitos de polivalência das equipes e colaboradores. Logo, reduz-se o comprimento linear da cadeia. Inclusive pela adoção de medidas de racionalização de materiais e sistemas construtivos.

- Aumentar a flexibilidade da saída

Baseia-se na oferta de modificações singulares aos clientes, por meio de possíveis alterações nas unidades-padrão adquiridas; são exemplos a adoção de elementos mutáveis de *layout* e separação interna dos ambientes etc.

- Aumentar a transparência do processo

Está relacionada ao aspecto de clareza das informações e de execução dos processos dentro do canteiro de obras. Seja quanto a organização física, no aspecto de limpeza e boa separação dos locais de acondicionamento e movimentação, ou ainda, sob o aspecto de gestão das equipes e utilização de ferramentas visuais.

- Focar o controle no processo global

Prega a utilização de medidas de gestão do ponto de vista de andamento físico e financeiro dos projetos de construção; também quanto ao reconhecimento de todos os aspectos relevantes, tais como a programação de abastecimento por fornecedores em prazos hábeis.

- Introduzir melhorias contínuas no processo

Pode ser compreendido pela intervenção no processo construtivo através da adoção de equipamentos para melhorar a precisão dos resultados de medida e/ ou velocidade nas atividades. Também a capacitação de equipes e implantação de ferramentas de controle de execução e qualidade são algumas aplicações.

- Equilibrar melhoria de fluxo

Ato de realizar continuamente a observação por meio de mapas de fluxo e de transformações dos processos, com o objetivo de identificar pontos susceptíveis a melhorias seja quanto a movimentações ou processos de transformação.

- *Benchmarking*

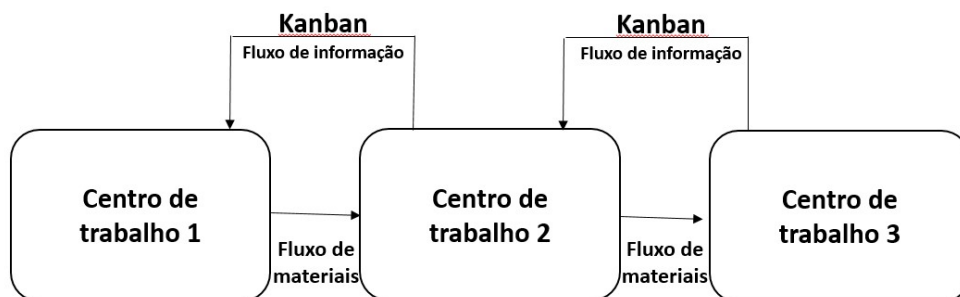
Consiste na observação de técnicas e modelos admitidos por organizações de ponta, seja no mesmo nicho de atuação ou em operações apenas semelhantes, para assim possibilitar a importação de bons procedimentos e técnicas a serem adaptados e testados sobre a eficiência possibilitada.

Nesse viés, para validar os princípios expostos pelo *lean construction*, algumas ferramentas oriundas do STP podem ser utilizadas nos processos de administração da construção, conforme citado por Pinto (2008):

- Kanban: é a plena descrição do processo puxado previsto inicialmente nas indústrias Toyota. A palavra japonesa “kanban” significa cartão ou bilhete, assim, um kanban de produção ou de insumos consiste na solicitação da produção por meio de cartões.

Ou seja, o último processo, ou processo puxador, quando retira algum lote de insumos produzido pelo passo anterior, sinaliza a este por meio de cartões, ou kanbans (Figura 4), ordenando assim a produção do lote seguinte nivelado com o seu real consumo.

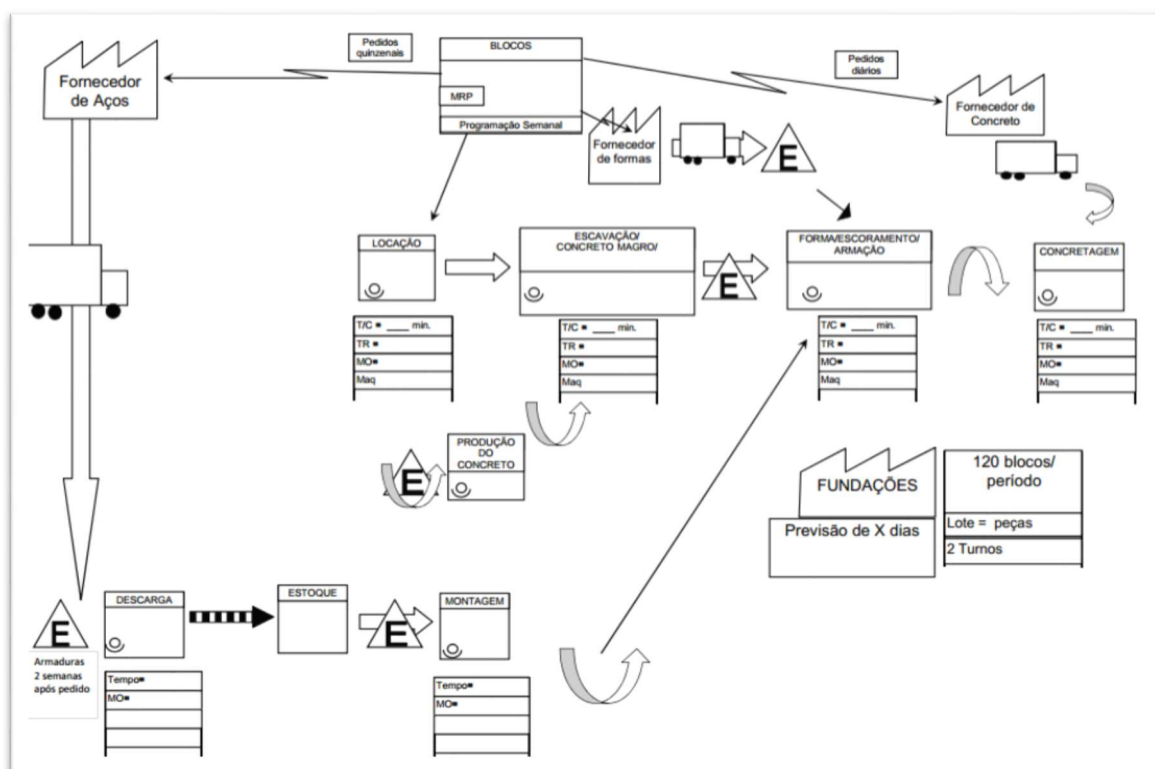
Figura 4 - Modo de funcionamento do sistema *Kanban*



Fonte: Pinto (2008)

- Heijunka: a programação nivelada, ou em japonês heijunka, refere-se à capacidade da produção de atender às demandas externas de diversos pedidos sem necessariamente produzi-lo excessivamente. É o ato de nivelar o volume solicitado de acordo com o tipo e tempo de produção do pedido requisitado.
- Controle visual: são diversas ações no sentido de implementar sistemas simples e acessíveis a todos os níveis organizacionais, demonstrando entre outras coisas processos de comunicação, armazenagem, descrição de processos padronizados, índices de desempenho de equipes, ritmo de produção dos serviços etc.
- Mapeamento do fluxo de valor: a elaboração do mapa considerando os fluxos materiais e de informação, da cadeia de todo um processo proporciona ao gestor a capacidade de visualização de todos os processos inerentes ao produto diagnosticado (Figura 5). Assim, é possível mapear o produto de porta a porta, ou seja, desde o momento da solicitação do cliente até a primeira movimentação partindo do departamento de aquisições da obra ao fornecedor de determinado insumo.

Figura 5 - Exemplo de mapeamento do fluxo de valor



Fonte: A autora (2016)

- Células produtivas: contribui para o conceito de flexibilidade da produção, em substituição ao sistema de linha de produção, o grupo selecionado de colaboradores com o conhecimento em mais de uma função produtiva, normalmente produz em pequenos lotes e principalmente, fica responsável por uma parte ou “família” de ações da etapa construtiva. Assim, pode-se produzir uma unidade padronizada de qualquer elemento da edificação com menor tempo de ciclo.
- 5’S: sob o conceito de visibilidade do processo, os cinco conceitos de senso comum e individuais prega definições de organização, arrumação, limpeza, uniformização e disciplina, o que contribui para a melhoria no desempenho das atividades pelas equipes e ainda diminuição de interferências na sequência executiva de atividades.

4.5 METODOLOGIAS ÁGEIS

Afim de atender às necessidades de versatilidade e velocidade para o desenvolvimento de produtos, os primeiros estudos a respeito de metodologias ágeis de gestão datam de 1986, por Nokana e Takeuchi. Basicamente, a proposição de uma abordagem ágil para a construção

de produtos e condução de projetos se opõem ao modelo linear e estático do planejamento normalmente realizado. (NOKANA e TAKEUCHI, 1986 *apud* TUDESCO, 2014)

O desenvolvimento de habilidades e o compartilhamento de responsabilidades aos membros da equipe de projeto, estão entre alguns dos benefícios pretendidos pelas ferramentas. Assim, principalmente seis características destacam-se fortemente no desenvolvimento de gerenciamento ágil de projetos: desempenho positivo mesmo em meio a instabilidade, autovigilância dos membros da equipe, fase de desenvolvimento simultâneas, compartilhamento de informações e aprendizado, controle superficial e a cessão de conhecimentos sobre a organização. (NOKANA E TAKEUCHI, 1986 *apud* TUDESCO, 2014)

Logo, pode-se diagnosticar o abandono de considerações restritas ao planejamento e controle das ações, sendo proposta uma maior flexibilidade no ato de executar- validar o produto. É garantido que os planos concebidos pelos gestores se tornem um reflexo de como as atividades do projeto tem sido conduzidas, quais as falhas consequentes da não previsão de recursos ou dimensionamento ineficiente do tempo de execução, entre outras possibilidades.

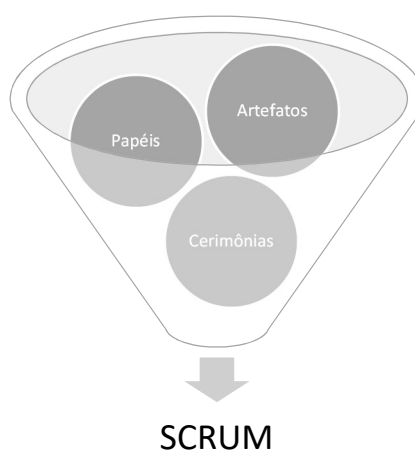
A concepção de um escopo flexível e de equipes altamente adaptáveis insere ao ambiente de projetos uma nova visão a respeito dos tipos de gerência propostos tradicionalmente. Por conta disso, diversas ferramentas congregam a metodologia: eXtreme Programming (XP), Scrum, Dynamic System Development Method (DSDM), Adaptive Software Development (ASD), Crystal, Feature Driven Development (FDD) e Lean Development. Contudo, o Scrum é reconhecido como uma das opções com mais versatilidade e capacidade de adaptação e implantação para algumas organizações. (HOMRICH, 2011)

Adaptado dos conceitos de uma partida de Rugby – esporte de origem inglesa - o termo Scrum remete ao momento onde o time que está jogando se reúne para decidir táticas a serem utilizadas durante a partida. Assim, os esforços necessários para as jogadas conjuntas, onde o objetivo do time é mover-se sobre a equipe adversária devem ser fruto do objetivo comum a todos; então, quando unidos estiverem aplicando todos os seus esforços na direção do seu objetivo, estarão promovendo o sucesso da jogada, ainda que atuando em diferentes posições. (HOMRICH, 2011; TUDESCO, 2014)

Semelhantemente, acontece no desenvolvimento ágil de projetos. O sucesso de uma equipe organizacional em ambiente instável deve-se também ao somatório das ações em direção ao objeto comum. E assim, a forma de gerir os componentes e aspectos de projetos sob uma visão diferente do planejamento e controle tradicional, baseadas principalmente em ações de transparência, inspeção e adaptação, sucede também melhorias quanto às comunicações e capacidade de relacionamento interpessoal dos “jogadores”.

Partindo de princípios fundamentalmente iterativos, o Scrum confere ao desenvolvimento de projetos a capacidade de gerenciar conflitos e maximizar o produto de interesses do time à medida que se desenvolve o projeto. Sendo composto por 03 componentes básicos: os papéis, que representam as figuras de cada membro do time, de acordo com as suas atribuições na organização/ projeto; as cerimônias, que remetem aos eventos de planejamento e discussão a respeito do projeto em desenvolvimento; e os artefatos, que são os documentos produzidos pela metodologia. (Figura 6)(HOMRICH, 2011)

Figura 6- Componentes do Scrum



Fonte: A autora (2016)

Os papéis podem ser representados em três funções básicas:

- Product Owner, ou dono do produto, que é geralmente a figura que decide quais os projetos devem ser desenvolvidos na organização, bem como realiza também o balizamento das ações previstas para realização daqueles.
- Scrum Master, é a visão de um facilitador dentro da equipe. Normalmente, a posição é ocupada por um membro que já possua experiências anteriores com projetos, ao qual os demais podem recorrer diante de situações de restrição ou dúvidas sobre como proceder.
- Scrum Team, é a definição para equipe do projeto. Representa o time de colaboradores envolvidos no(s) projeto(s) da organização. Geralmente são pessoas multidisciplinares a quem cabe diretamente a execução dos pacotes de trabalho componentes dos projetos em desenvolvimento.

As cerimônias do Scrum, são os eventos onde todos os membros do time têm a oportunidade de versar sobre a sua visão do projeto e as expectativas quanto ao seu desenvolvimento. Existem alguns momentos específicos que compõem os eventos durante a utilização desse tipo de ferramenta ágil, são eles:

- A Sprint Planning, que compreende o instante onde o Product Owner expõe os projetos que ele pretende desenvolver durante o tempo de Sprint – entre 2 e 4 semanas normalmente –, e é também nesse evento que o time pode votar e definir quais atividades entram para o Sprint;
- Daily, ou reunião diária, que acontece normalmente em 15 minutos, com objetivo principal de atualizar ao time de projetos sobre o andamento das atividades e a expectativa de realização pelos membros;
- Sprint Review, momento onde se verifica todo o produto desenvolvido no intervalo de um Sprint;
- Sprint Retrospective, que acontece seguidamente da Sprint Review, com o objetivo de ressaltar as lições aprendidas no desenvolvimento dos produtos já entregues, e congrega também aos membros aspectos de gestão e maturidade.

Por fim, o último produto do Scrum é composto pelos documentos de gestão gerados pelos intervalos de Sprint, são os artefatos.

O elenco de atividades e entregas previstas para o intervalo planejado, denomina-se Backlog do Produto. O mesmo, contém a listagem de projetos a serem desenvolvidos, descritos e particionados em entregas menores, as quais são chamadas de tarefas, e onde cada uma delas recebe uma pontuação em virtude do peso relacionado a sua finalização. Entenda-se esse “peso, como o valor atribuído pelo Team Scrum para a realização da tarefa, baseando-se no grau de dificuldade de conclusão da mesma adicionado a importância que o seu cumprimento possui.

Também como documento, um indicador gráfico representado a cada Sprint pelo Burndown, constitui uma ferramenta de acompanhamento no ritmo de desenvolvimento e entrega das atividades de acordo com a migração das mesmas, desde o status de “não-iniciada”, atribuído no primeiro instante após a Sprint Planning, até o alcance de “entregue”, após ocupar as posições de “andamento” e “homologação”, conforme o desenvolvimento dos trabalhos.

4.6 APLICAÇÕES NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Por meio de revisões bibliográficas e pesquisas acadêmicas pode-se notar que a adoção de técnicas e conceitos associados a gestão e planejamento de obras têm se difundido bastante no mercado. Seja através de parcerias com instituições de ensino e pesquisa, ou mesmo por meio da contratação de profissionais especializados, em serviços de consultoria, os construtores têm medido o grau de importância de melhores práticas construtivas.

Barbosa *et al* (2013), retrata em seu trabalho uma experiência onde foi avaliado o intervalo de um ano de efetiva implantação dos conceitos de *lean construction* num canteiro de obras com mais de 55 hectares de área total. Na ocasião, os primeiros passos para o desenvolvimento dos conceitos foram instalados abordando principalmente em aspectos dos projetos de sistema de produção, utilização dos conceitos de *Last Planner* e adoção de práticas de gestão visual.

Como resultados, destacam-se: melhorias nos índices percentuais de planos concluídos, inclusive com redução nos desvios verificados; maior confiabilidade no produto final, devido às medidas de controle; e evolução nos índices de produtividade média das equipes de alvenaria.

Também a proposição dos princípios da construção enxuta por meio de simulações e modelagens têm sido realizadas efetivamente. Abbasian-Hosseini *et al* (2014), demonstram um estudo de caso aplicado a um edifício de seis pavimentos localizado no Irã, onde o processo construtivo escolhido para análise foi a elevação de alvenarias.

No modelo proposto, foram realizadas diversas iterações dos processos de alvenaria inicialmente de acordo com medições reais, realizadas através da observação do processo e mapeamento das atividades que o compunham. Na sequência, utilizou-se do software ARENA para sua modelagem, em duas situações: da maneira como estava sendo executado *in loco*, e posteriormente com as considerações sobre a implantação dos princípios enxutos (mapeamento do fluxo produtivo, geração de valor e produção puxada). Com isso, foi verificada a possibilidade da redução do tempo de ciclo para o serviço em mais de 40%, inclusive o incremento em 27% na eficiência do processo.

Ainda tratando de práticas de melhoria e adaptação para o setor da construção, também o desenvolvimento de pesquisas e estudos de caso retratando as ferramentas e benefícios de metodologias ágeis de gestão podem ser destacadas.

Homrich (2011) contribui para as pesquisas com os resultados e percepções coletados durante o seu trabalho numa empresa atuante nos setores de energia, indústria e infraestrutura no Brasil e em alguns países vizinhos.

A pesquisa consiste num diagnóstico comparativo entre as visões de colaboradores envolvidos nas áreas de elétrica e mecânica, a respeito da sua percepção quanto ao modelo tradicional de desenvolvimento de projetos adotada pela empresa, e as possíveis contribuições que uma metodologia de gerenciamento por meio de Scrum poderia colaborar aos departamentos.

Pode-se concluir, que a interpretação da visão dos entrevistados colabora para o desenvolvimento de equipes mais efetivas e engajadas quanto às tarefas atribuídas; responsabilidade sobre o cumprimento de prazos e escopo assumidos; maior integração e melhoria nas comunicações; estímulo do compartilhamento de conhecimentos adquiridos e outros.

A proposição de um modelo híbrido de gestão de projetos e processos numa empresa atuante nos setores de construção civil e montagem industrial, por Delle Piagge e Marcola (2014), demonstra também quais as potencialidades sobre o emprego de ferramentas ágeis no desenvolvimento da gestão. Qualitativamente, houve uma percepção sobre uma integração melhor desenvolvida pela equipe, bem como a transparência no status de desenvolvimento dos trabalhos e acompanhamento do seu desenvolvimento; além de melhoria na forma de distribuição de tarefas para a equipe.

Em suma, é factível o poder de melhoria que o desenvolvimento de práticas adaptáveis e de auxílio ao exercício do gestor a respeito de como conduzir os seus processos, e planos dentro do setor da construção – podendo ser aplicado em atividades de diferentes naturezas – são potenciais medidas para o desenvolvimento de empresas mais eficientes e competitivas.

Entretanto, o emprego de conceitos e práticas gerenciais conforme propõem os conceitos anteriormente expostos, solicita certamente do tomador de decisões a postura de comprometimento e engajamento efetivos, se considerarmos a natureza de pouca evolução e baixo ritmo de inovação que a construção civil por natureza possui.

É necessário então, que os estudos já desenvolvidos inspirem o grau de empenho suficiente para incorporar mudanças ao modo de pensar- construir já enraizado. Uma das maneiras efetivas para a proposição de um caso assim pode se dar através da conversão quantitativa, relacionando em termos de custo e esforços dispendidos o benefício enxergado ao fim da avaliação sobre o uso de conceitos enxutos e gestão ágil, conforme proposto a seguir.

5. METODOLOGIA

O desenvolvimento de pesquisas do tipo estudo de caso, tais como a monografia apresentada, é comum a diversas áreas de conhecimento. Caracterizando-se, principalmente, pela abordagem crítica realizada a um caso concreto, que é investigado sob a perspectiva de conceitos e definições teóricas previamente adquiridos. (YIN, 2015)

Nessa modalidade exploratória, não há o objetivo final de inovar ou fixar conhecimentos, como a descoberta de uma nova ciência. Mas existe de fato o caráter experimental, que aliado às observações do tipo ação-reação possibilitam a validação ou não de alguma prática/conceito/método posto à prova.

De acordo com Yin (2015), as questões exploratórias de “como” e “por quê”, aliadas aos aspectos de avaliação de eventos contemporâneos, bem como a dispensa de necessidade quanto ao controle dos eventos de comportamento observados, caracterizam a metodologia de estudo de caso e a diferenciam das demais. Pois a mesma, baseia-se na elucidação de um conjunto de decisões, considerando: a motivação, a aplicação e o resultado obtido.

Contudo, o ato de presenciar o acontecimento que será objeto no modelo de pesquisa citado, também considera a necessidade de conhecimento prévio, e a instituição de uma base conceitual. Tendo em vista que as soluções propostas para o caso em análise devem partir de algum princípio já formulado, a fim de atestar a sua eficiência para uma aplicação diversa do que anteriormente foi empregada.

Através de resultados obtidos em pesquisas dessa natureza, é possível conceber considerações e medidas de caráter qualitativo e quantitativo a respeito de situações reais, que podem ser semelhantes ou não, enquanto é observado o valor potencial de uma unidade ou um conjunto de proposições práticas.

O trabalho aqui apresentado foi desenvolvido conforme a metodologia de pesquisa mencionada e pode ser dividido em três momentos, conforme descrito a seguir:

- Primeira etapa: Refere-se ao início das atividades, quando foi realizado o reconhecimento breve da obra onde se desenvolveu o estudo de caso. A construtora e o canteiro onde se deu o presente trabalho foram escolhidos por conta do fácil acesso às instalações, considerando que o responsável pelo empreendimento era uma pessoa de “fácil acesso” para tal.

Então, com o objetivo de caracterizar o tipo de construção foi realizada uma visita inicial ao empreendimento, onde na companhia do responsável técnico foram apresentados os serviços em andamento e as frentes de trabalho distribuídas no canteiro. Também foram apresentados

os planos de curto e médio prazo, utilizados pelo engenheiro responsável para a programação e controle das atividades inerentes às equipes.

Foram expostos os objetivos específicos definidos na pesquisa e na ocasião, o gestor da obra teve a oportunidade de contribuir no direcionamento dos serviços que seriam utilizados como objeto da pesquisa, realizando assim o apontamento de necessidades específicas ao empreendimento. Tais observações foram admitidas como ponto de partida para o produto que seria entregue ao fim dessa pesquisa e compõem algumas das medidas descritas a seguir.

- Segunda etapa: Durante o desenvolvimento do trabalho foram realizadas visitas de campo onde além de observações pertinentes aos processos e procedimentos objeto, foram levantadas informações a respeito dos processos construtivos, de planejamento e de gestão utilizados no empreendimento, através de entrevistas não-estruturadas aos colaboradores do corpo administrativo e operacional da construtora. A partir disso foi possível definir que o serviço de elevação da alvenaria seria o principal objeto do estudo, adicionado da abordagem sobre a disposição e movimentação dos insumos no canteiro.

Os questionamentos adicionados às observações e registros manuscritos e fotográficos realizados, constituem fonte realística dos dados empregados para a conclusão do presente estudo. Referindo-se, portanto, ao intervalo de tempo onde foram desenvolvidas e implantadas as ferramentas-objeto do trabalho – cerca de três semanas, aproximadamente.

- Terceira etapa: Compreende o período de finalização das incursões ao canteiro de obras, simultaneamente a coleta de informações qualitativas a respeito das medidas implementadas durante o estudo de caso. Pode ser dita como o *feedback* coletado dos gestores e colaboradores (de nível operacional) a respeito das ações sugeridas.

Caracterizado pela coleta dos depoimentos de alguns dos colaboradores dos níveis tático e operacionais, por meio dos quais pode-se avaliar em termos qualitativos as medidas implantadas e sugeridas pela autora.

6. DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Devido ao tempo restrito em que foi desenvolvido este trabalho, os resultados aqui mencionados compreendem apenas um levantamento qualitativo a respeito das modificações observadas posteriormente às ações sugeridas pela autora. Inclusive o mesmo princípio cabe para os resultados pretendidos em função de proposições apresentadas a seguir.

A medição de tempos e valoração de ganhos potenciais associados às práticas sugeridas compreende uma disponibilidade maior em tempo, e principalmente, em poder de decisão sobre as atividades e equipes envolvidas nesse tipo de trabalho. O que se tornou impraticável para esse caso, considerando também que a autora estava na condição de visitante observador do canteiro.

6.1 CARACTERÍSTICAS E MÉTODOS CONSTRUTIVOS ADOTADOS NO EMPREENDIMENTO

A edificação utilizada como caso para a concepção do presente trabalho estava em construção, localizado na cidade de Aracaju, em bairro nobre da capital sergipana. A empresa responsável pela construção era de natureza particular e atuava no segmento de edificações verticais para fins residenciais há mais de 25 anos no mercado.

O empreendimento utilizado como caso possuía uma torre única de 16 pavimentos, sendo que desses dois dedicados à garagem, um outro piso abrigava o *playground* e destinados a moradia eram 13 pavimentos tipo. Existiam 06 unidades habitacionais por pavimento, distribuídas em até quatro tipos diferentes de planta. O prazo de entrega da obra foi concebido em 30 meses.

Na fase em que a obra foi visitada o volume de colaboradores somava aproximadamente 100 trabalhadores contratados da construtora, excetuando o pessoal terceirizado responsável pelos processos de armações e montagem de formas. Os serviços realizados durante o trabalho compreendiam: execução de estrutura, elevações em alvenaria, emboço de paredes e teto, instalação de caixinhas para fiação elétrica e instalações de climatização.

O projeto de construção foi concebido utilizando o método construtivo convencional, composto de uma estrutura em pórticos formada por elementos em concreto e itens de vedação em blocos cerâmicos. Os elementos em concreto compõem a estrutura de sustentação e transmissão de cargas até as fundações da edificação, por meio de esforços resistidos de compressão, flexão, cisalhamento e tração. Assim, o esqueleto de sustentação do edifício

erguido resiste aos esforços de uso e ocupação, além de outros fatores tais como: vento, cargas acidentais, esforços por movimentação do solo etc, conforme previsto em cálculo.

Em complemento àqueles, os vedos ou vedações compreendem os subsistemas empregados para proporcionar condições de habitabilidade; conforto térmico e acústico; separação de ambientes; controle de iluminação e passagem de ar; estanqueidade e, principalmente durabilidade à estrutura em concreto. Para compor o subsistema de fechamento, foram utilizados blocos cerâmicos produzidos a partir do processo convencional de queima de misturas argilosas moldados em forma de prisma, de acordo com as dimensões físicas requisitadas pelos projetos da edificação.

6.2 ALVENARIA DE VEDAÇÃO

O serviço de alvenaria compreende a elevação das paredes responsáveis por delimitar os ambientes, seja internamente às unidades habitacionais ou separando as áreas de uso comum dos espaços privados. Na fase intermediária em que se encontra o canteiro, esse é um dos principais serviços em execução e dele dependem alguns outros em andamento.

As atividades inerentes ao mesmo são: marcação da primeira fiada de blocos, elevação e fixação dos blocos cerâmicos na estrutura em concreto. Nessa obra a execução da fiada inicial de blocos é dedicada duas equipes compostas por 01 pedreiro e 01 servente cada. Esses colaboradores realizam somente essa atividade, tendo em vista que a marcação dos eixos das elevações e a definição do alinhamento das paredes conforme projeto exigem requisitos de qualidade e técnica específicas.

Posteriormente, a elevação das paredes é executada por outras equipes compostas por 02 pedreiros e 01 servente cada, variando entre 02 e 03 unidades, de acordo com a disponibilidade de mão de obra pela construtora. Os dois principais insumos consumidos são: argamassa e bloco cerâmico; acrescidos apenas de elementos complementares, tais como vergas, contravergas, telas de aço e seus acessórios para fixação e tijolos cerâmicos.

A argamassa é produzida *in loco* e resulta da mistura de agregado miúdo (areia), cimento e água – sendo que essa composição pode ser variável em volume de acordo com a finalidade do traço produzido. Já os blocos cerâmicos são adquiridos por meio de fornecedores especializados na sua produção e comércio, também responsáveis pela entrega dos produtos.

Para a produção dos traços de argamassa utilizados na obra são dedicadas duas betoneiras automáticas responsáveis pelo abastecimento de todos os serviços da obra, com

exceção dos elementos estruturais que são confeccionados com concreto usinado em caminhões betoneira. (Figura 7)

Figura 7 – Central de produção de argamassa no canteiro



Fonte: A autora (2016)

6.2.1 Transporte e abastecimento dos insumos

O transporte vertical da argamassa é realizado por meio de dois elevadores de carga, localizados numa das laterais da planta do edifício, nas proximidades da área de produção. Ambos possuem capacidade para até 2.000 Kg, em materiais ou lotação de até 24 pessoas, quando realizando a movimentação de colaboradores.

Sobre o aspecto “gente”, existe no corpo operacional – ligados diretamente ao serviço de alvenaria - a figura de um encarregado dos pedreiros, que responde diretamente ao mestre de obras e aos engenheiros de campo e engenheiro responsável, conforme organograma admitido pela construtora. Dentre suas atribuições estão a execução e o controle de qualidade dos serviços desenvolvidos pelas equipes de pedreiros, como também o abastecimento das mesmas está sob sua coordenação.

Durante o desenvolvimento da pesquisa, as equipes de elevação em alvenaria completaram os apartamentos do sétimo e oitavo pavimentos, iniciando as atividades no andar superior seguindo uma ordem sequencial de execução. No início da manhã as equipes tomavam suas posições no pavimento onde estivessem trabalhando. Normalmente o lote produzido considera como unidade padrão um apartamento tipo.

Após transportar todas as equipes até seus respectivos pavimentos, então os elevadores de carga eram liberados para iniciar o abastecimento de insumos. Entre eles, principalmente argamassa produzida pela equipe de betoneira e outros como: blocos cerâmicos, elementos pré-

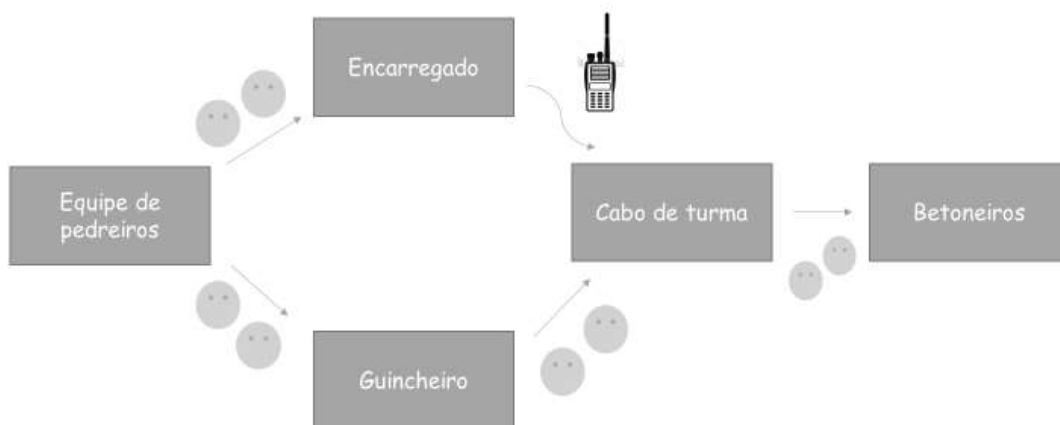
moldados, peças de madeira, carrinhos de mão, sacos de argamassa industrializadas etc. Não havendo especificação sobre horários dedicados ao transporte de materiais e pessoas separadamente, o deslocamento de pessoas era normalmente realizado através das escadas ao longo do dia.

Por sugestão dos engenheiros de campo e responsável, o ponto de partida para a proposição demonstrada a seguir foi a cadeia de comunicação dos pedidos para o fornecimento de argamassa às equipes de alvenaria. Considerando que havia uma sobrecarga de informações direcionadas ao encarregado dessas frentes de serviço, principalmente a partir das primeiras horas da jornada, ocasionando, não raramente, espera por parte das equipes.

Foi constatado que não existia uma padronização para as solicitações de pedidos a serem produzidos. Dessa forma, normalmente ao fim da jornada de trabalho o encarregado dos pedreiros encaminhava ao cabo de turma – responsável pelos betoneiros – uma lista com a quantidade de carrinhos de argamassa que deviam ser entregues no início do dia seguinte, informando inclusive localização das entregas. Mas isso somente para as primeiras entregas da jornada.

Durante o resto do dia, os pedidos seguiam por uma ordem variável na cadeia de agentes envolvidos com as solicitações. Normalmente, os serventes de cada dupla de pedreiros aguardavam pela passagem do guincho no pavimento em que estivessem e solicitavam ao operador a sua necessidade. Outra situação, ocorria quando o encarregado estava no mesmo nível que eles e o pedido era feito por meio desse, utilizando um rádio dedicado a comunicação interna da obra, diretamente ao cabo de turma. Esse fluxo de informações pode ser visto conforme a Figura 8:

Figura 8 - Fluxo do pedido de argamassa para alvenaria



Notou-se que as formas de comunicação estabelecidas ocasionam a inutilidade de alguns itens de acionamento disponíveis no sistema de transportes vertical. Acontece, que ambos os elevadores instalados possuem botoeira de acionamento em todos os pavimentos, as quais emitem um sinal de chamado para a cabine do operador.

Esse item tem um poder de atendimento das equipes bastante potencial, inclusive no que diz respeito ao seu abastecimento, entretanto não há cultura de que os serventes utilizem disso para viabilizar o abastecimento dos seus pedreiros, resultando, portanto, na subutilização dessa ferramenta de sinalização/ chamada.

6.2.2 Produção puxada da argamassa – cartões kanban

Diante disso, visando a simplificação no fluxo de comunicação e a redução da ociosidade das equipes, foi desenvolvida e implantada pela autora uma sistemática em analogia aos cartões tipo kanban, para ditar o ritmo de solicitação e entrega de material. Inicialmente aplicada apenas ao serviço de elevação da alvenaria, mas com a pretensão de que seja estendida para outros processos com o apoio operacional da equipe técnica residente, conforme desejo expresso pelo gestor.

As ações para instituição e manutenção desse modelo compreenderam desde o desenvolvimento das unidades de cartão, contendo a descrição do tipo de traço a ser produzido e o pavimento onde deveria ser entregue (ou de onde era pedido); passando inclusive por uma fase de orientação e conscientização dos colaboradores envolvidos (nesse caso, pedreiros, serventes, condutores de guincho, cabo de turma e encarregado dos pedreiros). (Figura 9)

Figura 9 - Modelo de cartões Kanban desenvolvido



Fonte: A autora (2016)

Foram entregues 06 unidades de cartão para as solicitações a cada uma das duplas, no total 12 unidades. Dessa forma, cada cartão tinha o valor de um carrinho de mão de argamassa – sendo que essa era a unidade “padrão” dos pedidos – e também o fluxo de pedidos deveria seguir através destes, Figura 10. Assim, cada solicitação seria atendida em lotes de até três carrinhos, levando em conta a capacidade espacial para transporte nos elevadores de carga.

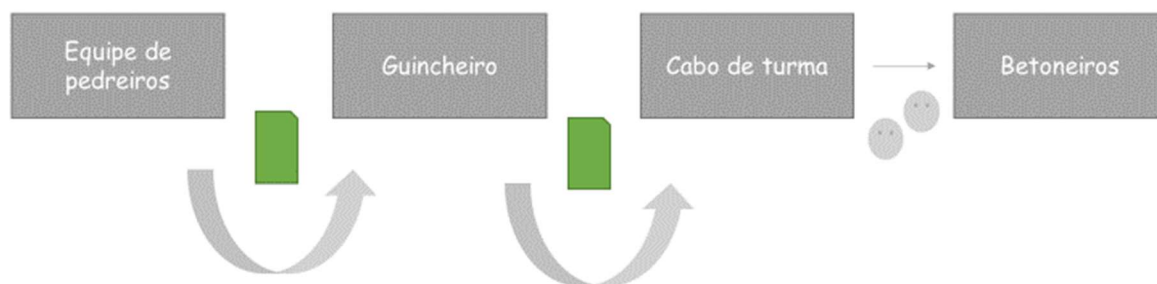
Figura 10 - Carrinho de mão identificado com cartões de solicitação



Fonte: A autora (2016)

Durante a implantação do sistema de produção puxada, foi adicionada uma nova dupla para execução dos mesmos serviços, ocasionando a alteração no arranjo inicial. Houve a necessidade de redistribuir os cartões, resultando em quatro unidades para cada trio de colaboradores. Com essas medidas, pôde-se verificar que um novo fluxo de informações na cadeia de produção do insumo foi estabelecido, conforme visto na Figura 11:

Figura 11 - Novo fluxo de informações estabelecido



Fonte: A autora (2016)

Em adição a nova padronização para o sequenciamento de solicitações através dos cartões, foram confeccionados na obra dois quadros em madeira compensada (Figura 12), destinados ao armazenamento provisório dos pedidos. O objetivo principal era extinguir a espera dos serventes pelos guincheiros, considerando que os mesmos foram orientados a monitorar esses quadros, colocados em pontos estratégicos do pavimento nas proximidades da saída de ambos os elevadores.

Figura 12 - Quadro destinado aos cartões de pedido



Fonte: A autora (2016)

A ideia inicial era de que o sistema de botoeira fosse o único veículo de solicitação utilizado para a busca dos cartões kanban pelos operadores de guincho. Entretanto, conforme dito anteriormente, a subutilização desse item de chamada/sinalização pelos operadores impediu que o processo fosse instituído por meio daquelas.

Entretanto, a movimentação para abastecimento de outros insumos às mesmas equipes (blocos, elementos pré-moldados) promovia uma interação entre os serventes e os guincheiros, viabilizando uma solicitação direta, ocasionando o insucesso na tentativa de fidelização do uso daqueles quadros, nessa fase de testes da produção puxada, mas ao mesmo tempo, proporcionando a comunicação entre os colaboradores.

Já no pavimento térreo, onde estava a central de produção foi concebida uma espécie de “caixa” para disposição dos cartões de pedido (Figura 13). Onde os mesmos deveriam ser colocados até o momento onde fossem atribuídos aos carrinhos contendo os respectivos traços.

Esse elemento foi criado principalmente por conta da ordem de pedidos, visando inclusive momentos posteriores para o caso de a sistemática ser estendida a mais de um traço; pois nesse caso, haveria a necessidade de produzir cartões com cores e inscrições diferentes, e também a ordem de chegada das solicitações ganha maiores proporções. Infelizmente, a padronização por meio dessa caixa também falhou, permanecendo os cartões de posse do cabo de turma, que orientava a ordem das entregas por meio de memorização – como faz com todos os demais pedidos aos quais atende.

Figura 13 - Caixa para os cartões próximo à central de argamassa



Fonte: A autora (2016)

Em contrapartida, o comprometimento das equipes e a consideração de valor por parte dos colaboradores envolvidos se mostrou como um ponto importante para a manutenção dos objetivos da ferramenta. Embora alguns pontos específicos não tenham sido enraizados na rotina dos envolvidos – fato esse atribuído ao curto espaço de tempo em que o estudo foi desenvolvido - o Quadro 1 relaciona um comparativo entre aspectos inerentes a esse processo de abastecimento, fazendo uma contraposição com as mudanças observadas durante o período de implantação:

Quadro 1 - Aspectos de mudança motivados pela sistemática de cartões kanban

Produção empurrada	Produção puxada
Os traços eram produzidos independentemente do volume necessário pelas equipes	A equipe de betoneira só produz traço mediante a solicitação pelas equipes e em quantidade requisitada
Após as primeiras horas do dia a solicitação era feita a partir do encarregado de pedreiros ou os serventes aguardavam a passagem do guincho para fazer a solicitação aos operadores	Ao longo do dia as equipes podem pedir material sem precisar aguardar que o encarregado esteja no mesmo pavimento que elas, reduzindo a sobrecarga de responsabilidades desse.
Dependência da figura do encarregado para pedir, ocasionando espera	Independência das equipes, gerando menos paradas e autorregulação do consumo versus abastecimento
Recorrência de sobras de argamassa ao fim do dia (Figura 14)	Redução do desperdício de argamassa em função do pedido mediante necessidade
Tempo de ocupação da betoneira com a produção de argamassa mesmo quando as equipes estavam suficientemente abastecidas	As betoneiras possuem maior “folga” para abastecer outros tipos de traço
Envio equivocado do material para pavimentos	Destinação exata do material por pavimento
Disparidade entre volumes fornecidos para cada equipe	Autorregulação de volume distribuído entre as frentes de trabalho
Baixa comunicação entre colaboradores	Desenvolvimento de diálogo entre as diferentes equipes
Os elevadores de carga estavam frequentemente ocupados com o transporte de traços que, muitas vezes, nem haviam sido solicitados pelas equipes	Foi proporcionada maior disponibilidade de tempo para que outros materiais pudessem ser deslocados enquanto não havia a indicação de pedidos por meio dos cartões

Figura 14 - Perda de argamassa por endurecimento no recipiente

Fonte: A autora (2016)

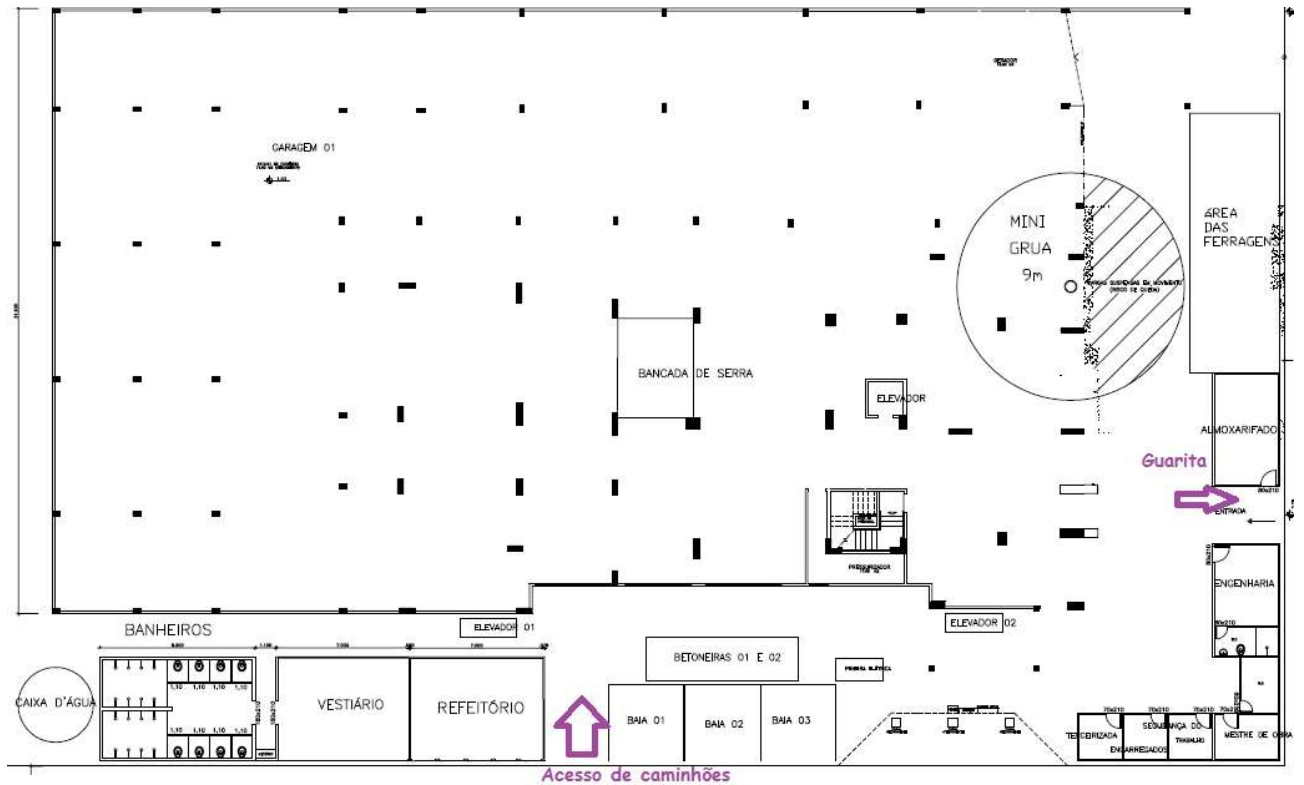
6.3 LAYOUT DO CANTEIRO: ANÁLISE E PROPOSIÇÕES

A proposição de uma análise dos movimentos realizados dentro desse canteiro, considerando a sua fase atual foi o passo inicial para o desenvolvimento desse item. Contudo, no ato de checagem do projeto de canteiro utilizado como referência, identificou-se que o mesmo não possuía elementos suficientes para a elaboração das observações pretendidas. O que demandou uma adição no escopo inicial para essa abordagem.

No *layout* fornecido pôde-se notar que a concepção do gestor para o projeto desenvolvido identificava apenas os elementos considerados por ele como “principais”, a exemplo dos pontos de locação dos elevadores de carga, grua, almoxarifado, áreas administrativas e de convivência e central de produção de argamassa. Inclusive foi constatado que o mesmo se encontrava desatualizado quanto a existência de alguns ambientes como refeitório e sala de engenharia, que já haviam sido transferidos para a primeira laje.

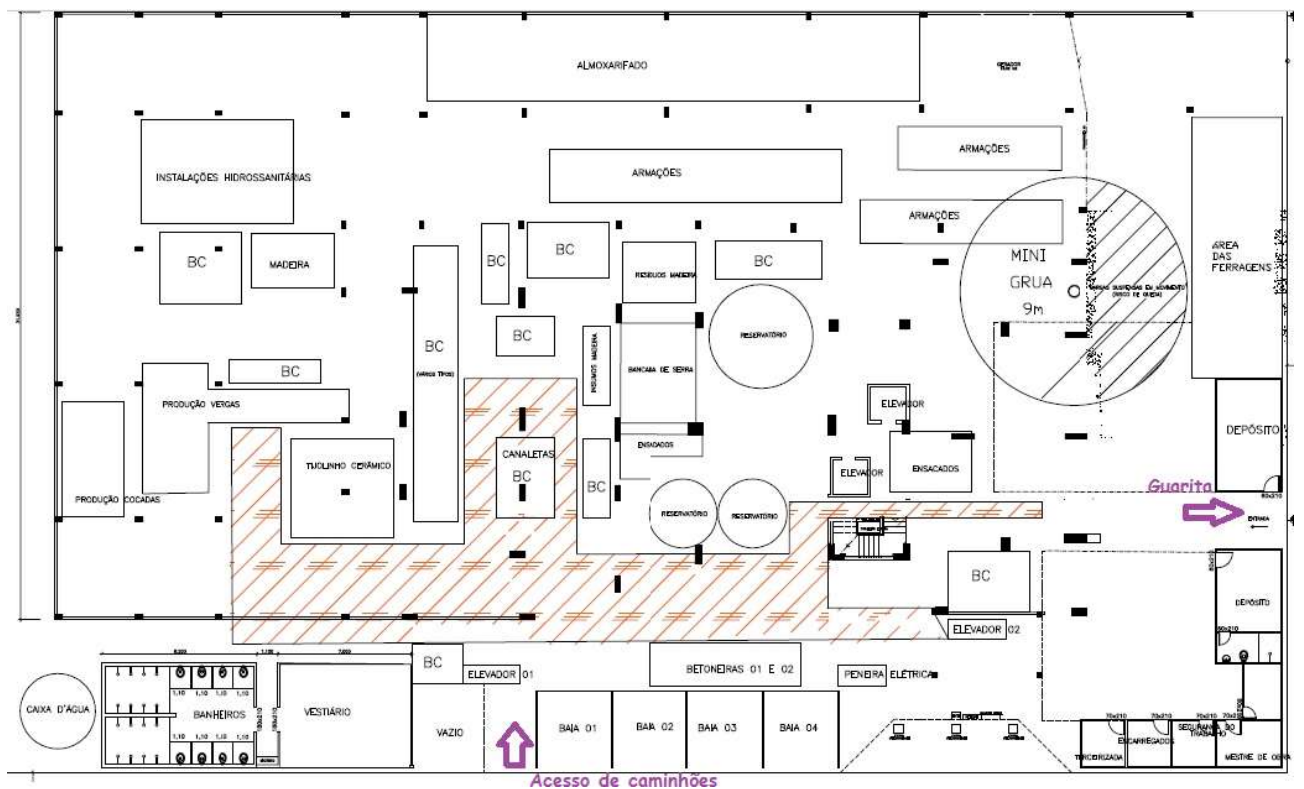
Deste modo, a atualização do projeto e inserção de demais itens existentes no seu estado atual foram os objetivos adicionados. Então, a partir da observação e do levantamento de todas as áreas (de produção, armazenamento ou destinada ao tráfego) na planta de canteiro, foi desenvolvida pela autora uma versão atualizada do *layout*, incluindo a consideração de espaços físicos ocupados. Como produto, estão demonstradas nas Figura 15 e Figura 16 contendo os croquis nas fases inicial e após atualização, respectivamente.

Figura 15 - Croqui inicial - Projeto de *layout* desatualizado e incompleto



Fonte: A autora (2016)

Figura 16 - Croqui intermediário - Projeto de *layout* atualizado e contendo todas as áreas de armazenamento



Fonte: A autora (2016)

Legenda:

BC = Blocos cerâmicos

 = Zona de tráfego intenso de pessoas e equipamentos manuais

No projeto original, fornecido pelo engenheiro não há a consideração dos materiais armazenados no canteiro e também algumas estruturas permanecem locadas nesse nível mesmo não sendo a configuração atual. Atribui-se isto ao fato de que possivelmente o croqui apresentado na Figura 15 faça jus a uma fase anterior do empreendimento, onde o volume de serviços era menor em relação ao número de etapas simultâneas que acontece atualmente.

Contudo, embora na fase inicial se faça uso de um número reduzido de insumos e ferramentas, a movimentação de equipamentos e máquinas no canteiro correspondem a um tráfego intenso. Por esse motivo, conceber o projeto do canteiro com a previsão de rotas previamente determinadas para esse tipo de movimentação é de grande valia e não há indícios de que isso tenha sido posto em discussão no arranjo físico avaliado. Por exemplo, a fase de execução dos elementos de fundação requisita o emprego de maquinário e instrumentos para deslocamento de materiais e rejeitos em volume e frequência significativos.

Já a Figura 16 refere-se à organização atual e mais recente do canteiro. Nela foram inseridos os elementos que correspondem aos locais de produção e armazenamento de materiais, como a central de produção de pré-moldados (vigotas) e de armação, áreas destinadas ao armazenamento dos componentes de instalações hidráulicas, os reservatórios de água, pontos de estoque de materiais cerâmicos e outros.

Ainda na mesma ilustração, buscou-se identificar os principais corredores utilizados pelos colaboradores para o deslocamento pessoal e de equipamentos, os quais foram destacados por meio de uma hachura, conforme legenda. A observação desse ponto específico leva à primeira conclusão: existe uma concentração de fluxo de materiais e pessoas numa área restrita do canteiro, passando de forma muito próxima aos acessos dos elevadores de carga de carga e ao local onde são produzidos os traços de concreto/argamassa.

Além dessa rota, também o acesso ao almoxarifado se dá sob condições passíveis de melhoria. Ocorre que no percurso até o ponto de atendimento desse setor normalmente as mesas utilizadas para produção das armações em aço estão localizadas bastante próximas ao acesso e os colaboradores precisam “atravessar” o espaço utilizado pelas equipes de armação (Figura 17). Também a movimentação de carrinhos de mão por aquela área resta comprometida, considerando que o espaçamento utilizado para os deslocamentos é restrito e possui alguns obstáculos.

Figura 17 - Área próxima ao atendimento do almoxarifado



Fonte: A autora (2016)

Uma terceira consideração, sobre a forma como estão organizadas as áreas de estoque nesse arranjo, pode ser feita em relação ao posicionamento das pilhas de materiais cerâmicos. Esses insumos possuem diversos pontos de armazenamento em toda a área, alguns deles são provenientes do momento de recebimento pelos fornecedores, a partir da área externa da edificação até o interior do empreendimento.

Outros pontos identificados, são “estoques facilitadores” concebidos com o objetivo de acelerar o abastecimento das equipes nos pavimentos superiores. Tendo em vista que essa movimentação se dá por meio dos elevadores de carga surgem alguns pontos de armazenamento intermediário locados estrategicamente próximos aos pontos de transporte vertical, ou seja, há o remanuseio de materiais.

Ainda sobre os materiais cerâmicos, a sua disposição em lotes em pontos espalhados do canteiro não permite o acesso pleno aos diversos tipos de blocos consumidos, como pode ser visto na Figura 18. Isso acontece por conta de pequenos espaçamentos entre as pilhas de material, não permitindo o trânsito de equipamentos e aumentando, consequentemente, as distâncias percorridas do ponto de retirada até o local de transbordo.

Figura 18 - Disposição dos materiais cerâmicos



Fonte: A autora (2016)

Diante do que foi posto, após as observações a respeito dos modelos para estocagem e determinação das áreas de fluxo internos à planta, como sugestão a autora propôs que o arranjo espacial de alguns elementos pudesse ser revisto. Como resultado estão dispostas a seguir as medidas sugeridas e o croqui final (Figura 19), respectivamente:

1º Para o *layout* com melhorias não houve modificação nas áreas de produção de forma e traços de argamassa, bem como no almoxarifado, levando-se em conta que os mesmos se encontram em posições estratégicas favoráveis em relação ao seu fluxo principal de suprimento e distribuição.

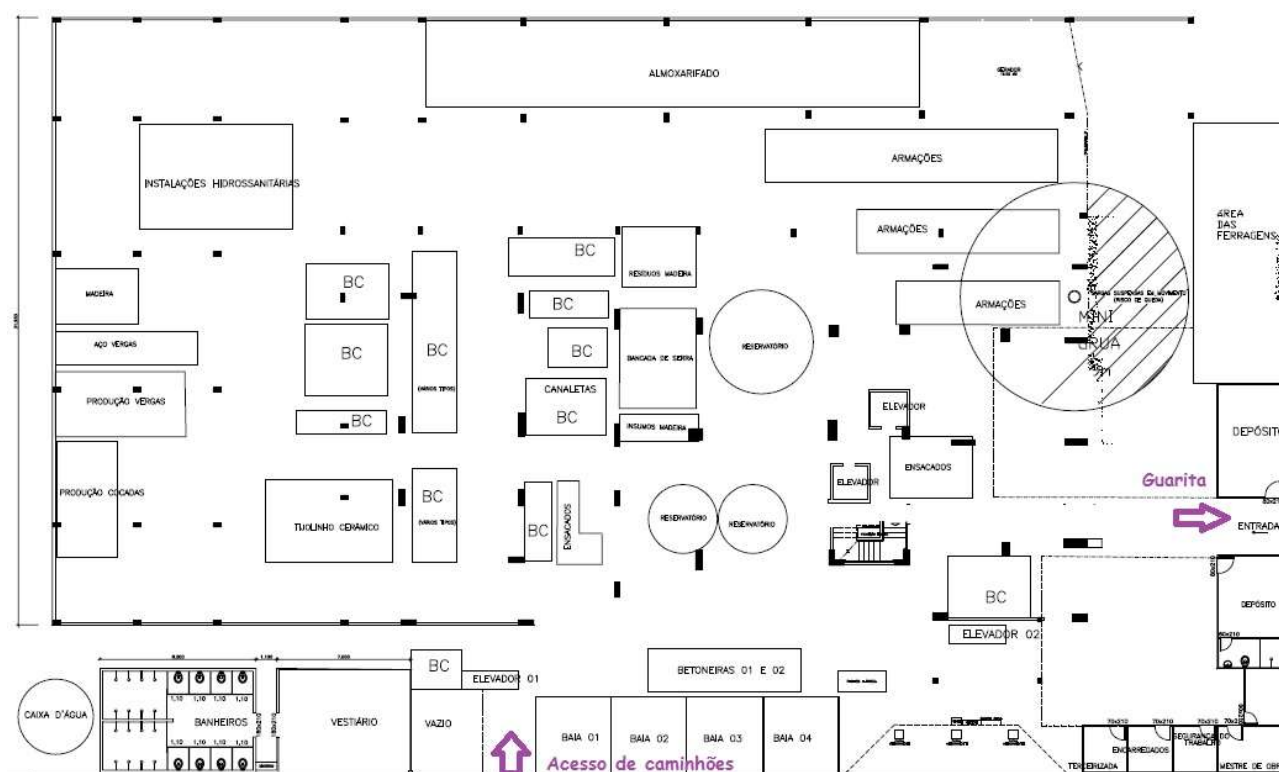
2º Buscou-se centralizar ao máximo os pontos de armazenamento dos materiais cerâmicos, com vistas a possibilitar uma melhor supervisão dos níveis de estoque e também promover a racionalização dos movimentos no ato de transporte para abastecimento das equipes.

3º Foram criados novos corredores de acesso entre os espaços destinados ao armazenamento para que os equipamentos de transporte horizontal possuam mais de uma opção de trajeto, evitando a concentração e o cruzamento dos fluxos físicos

4º Os locais de beneficiamento do aço foram agrupados de forma que as mesas localizadas nas proximidades do almoxarifado fossem afastadas do seu acesso, a fim de que os colaboradores não precisem vencer os vãos ocupados pelos armadores para acessá-los.

5º Também um novo acesso ao almoxarifado foi incluído após o rearranjo de alguns volumes de blocos cerâmicos, proporcionando maior flexibilidade aos colaboradores quanto às distâncias percorridas até o local.

Figura 19 - Croqui final - Contém sugestões de relocação dos volumes catalogados pelo croqui intermediário



Fonte: A autora (2016)

6.4. PROJETOS DE PAGINAÇÃO DAS ELEVAÇÕES

A construtora escolhida para esse estudo de caso normalmente contrata serviços para elaboração dos projetos de paginação da alvenaria para todos os seus empreendimentos. Além de considerar a medida como um meio de compatibilização entre os projetos de instalações e de outras disciplinas, como estrutural por exemplo, eles também enxergam valor quanto aos aspectos de padronização que os serviços adquirem.

Como resultado da contratação, a empresa responsável pela paginação entrega a obra uma série de pranchas numeradas contendo todas as paredes de cada pavimento, seja ele tipo ou não. Em cada uma das vistas elaboradas é considerado o quantitativo de elementos de cerâmica que compõem a elevação ilustrada, bem como a sua identificação por família de dimensões; além do levantamento de vãos livres que abrigarão esquadrias e também a informação sobre o número de telas de fixação a serem utilizadas na interface alvenaria-elemento de concreto.

Inclusive o ato de pedido dos blocos cerâmicos (e materiais complementares) é normalmente precedido da consulta dos quantitativos levantados a partir desses projetos de

paginação. Dessa forma, o gestor realiza um inventário periódico do volume de blocos que ele possui estocado na planta e procede com o pedido ao fornecedor considerando o que resta para a composição de um pavimento completo.

6.4.1 Pedido, recebimento e armazenamento dos blocos

Os blocos cerâmicos utilizados no empreendimento procedem de um fornecedor de artefatos cerâmicos no interior do estado. As entregas são realizadas por caminhões da própria cerâmica, enquanto o processo de descarga (manual) fica por conta da contratante. Inclusive, quanto à descarga observou-se que existem até três pontos de estoque intermediário entre os momentos de recebimento e efetiva utilização no local de destino, conforme descrito antes.

Esse volume de armazenamentos parciais se dá conforme a Figura 20, abaixo. Pode ser explicada quanto à não “valoração” do tempo que se empreende para realizá-los. Também sobre a existência de várias movimentações nota-se que o principal intuito é reduzir o nível de ocupação dos equipamentos, iniciando pelo caminhão que faz o transporte, seguido dos elevadores de carga – que aos olhos dos gestores, ficariam mais tempo dedicados as tarefas de transbordo caso não fosse feito da maneira como é. Contudo, não se faz a consideração a respeito do volume e tempo de mão de obra dedicados às transferências manuais realizados pelos serventes.

Figura 20- Sequência de movimentações desde a chegada até o consumo dos blocos cerâmicos



Fonte: A autora (2016)

Segundo o gestor do empreendimento, normalmente os pedidos são realizados por pavimento, ou seja, as entregas contêm um volume equivalente para a execução de um pavimento completo. Entretanto, são adicionados volumes referentes às perdas por conta de quebra e danos ao material: no transporte da cerâmica até o canteiro, do ponto de estoques até o pavimento e também na movimentação interna entre os ambientes.

Também, conforme visto anteriormente a respeito do *layout*, devido aos atrasos na entrega dos blocos cerâmicos – que acontecem com alguma frequência – o engenheiro da obra faz a solicitação dos pedidos considerando um estoque mínimo de um pavimento completo. Isso, devido ao desbalanceamento entre o ritmo do serviço e o tempo de atendimento do fornecedor, ocasionando, portanto um volume de armazenamento considerável em planta.

6.4.2 Implantação de lotes para o abastecimento das equipes

Visando um melhor aproveitamento das equipes de serventes, responsáveis pelas movimentações dos blocos cerâmicos, entre outros benefícios foi proposto que os quantitativos contidos nos projetos de paginação fossem utilizados a título de padronização dos volumes distribuídos para as equipes de execução.

Na obra em questão, verificou-se que diariamente ao fim da tarde o cabo de turma, que é responsável pelo suprimento de insumos da obra, realizava o abastecimento das equipes transportando blocos cerâmicos, em volumes não padronizados, até os pavimentos onde estivesse sendo executada a alvenaria.

Para isso, enchiam-se os guindastes com uma quantidade indefinida de blocos cerâmicos e os mesmos eram encaminhados até o pavimento onde o material deveria ser entregue e novamente armazenado. Sendo que todo o processo de carga e descarga do equipamento é feito manualmente, auxiliado somente pelos carrinhos de mão que são utilizados na movimentação horizontal, desde o estoque até o guincho e também durante a descarga no piso tipo.

Enquanto esse abastecimento/transbordo acontece, o guincho fica parado no térreo/pavimento tipo, impossibilitado de atender a outras demandas. Assim como os serventes das duplas de alvenaria se ocupam em descarregar o material e armazená-lo no respectivo andar. Dito isto, após caracterizar o processo de movimentações desses materiais, é possível listar alguns pontos passíveis de melhoria, entre eles:

- A frequência de abastecimento diária interfere no ritmo de produção das equipes responsáveis pela alvenaria, considerando que desloca um de seus componentes;
- O equipamento de transporte vertical fica impossibilitado de atender a outros serviços. Isso pode ocasionar ociosidade por desabastecimento, quando estiverem sendo realizados um alto volume de atividades simultâneas;
- O volume aleatório de blocos encaminhados ao pavimento por vezes não atende às dimensões que serão utilizadas nas próximas elevações executadas, ocasionando em novas solicitações ao longo do dia;

- O estoque final no pavimento normalmente é distribuído aleatoriamente e ocasiona a ocupação de áreas destinadas a movimentação das pessoas e dos equipamentos, gerando descontinuidades do fluxo (Figura 21 e Figura 22);
- As unidades de bloco que “sobram” ao final dos serviços num determinado pavimento – por terem sido encaminhadas sem controle quantitativo – são transportadas para o pavimento seguinte pelas próprias equipes, gerando a necessidade de uma nova movimentação.

Figura 21 - Armazenamento de blocos cerâmicos no pavimento (01)



Fonte: A autora (2016)

Figura 22- Armazenamento de blocos cerâmicos no pavimento (02)

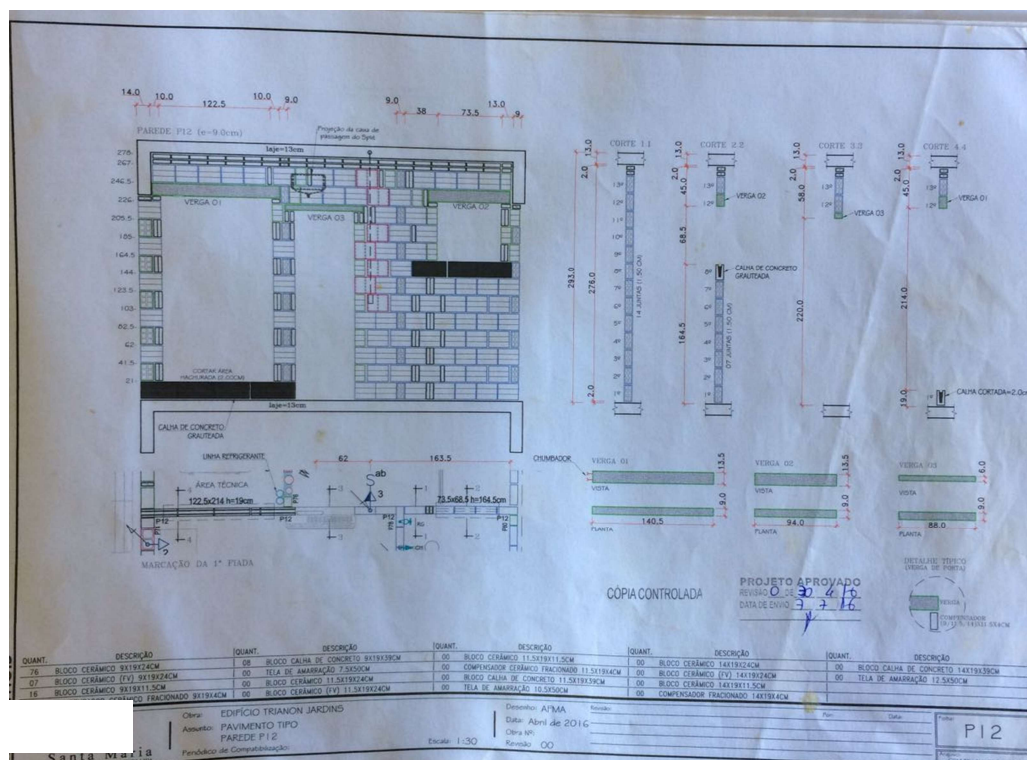


Fonte: A autora (2016)

Diante das pontuações, a sugestão desenvolvida tem como objetivo principal diminuir os tempos dedicados ao abastecimento daquelas equipes e aumentar o aproveitamento das informações contidas nos projetos de paginação/compatibilização contratados. Inclusive, visando uma expansão de conceitos semelhantes (padronização de quantidades, utilização de paletes para o armazenamento e transporte do material ou mesmo formação de kits de materiais) em momentos posteriores onde haja o aumento natural de serviços na obra.

Considerando a planta de paginações de um pavimento tipo foi elaborado um agrupamento de paredes para cada unidade habitacional, ou coluna, numerados de 01 a 06. Assim, cada um dos apartamentos representa um número definido e identificado de cada parede (Figura 23). Como premissa, foram excluídas as elevações de circulação e fechamento das escadas, pois as mesmas são realizadas por equipes diferentes e não se enquadram no ciclo de abastecimento observado. Também a ocorrência de apartamentos modificados foi desconsiderada para efeito desse cálculo.

Figura 23 - Projeto de paginação da vista P12 do pavimento tipo



Fonte: A autora (2016)

Identificadas as elevações, procedeu-se o levantamento de quantitativos referente a cada uma das colunas. Para isso, foi utilizado um arquivo em planilha eletrônica, criada pela empresa contratada da construtora e fornecida pelo engenheiro responsável. O volume final representa

uma média de 2.500 unidades de blocos cerâmicos (nas dimensões de 9cm, 11,5cm e 14cm, com as variações de furos na horizontal, furos verticais, compensadores e tipo calha em “U”) por unidade apartamento padrão.

Logo, a sugestão apresentada é que o ciclo de produção de um pavimento, nesse caso medido em aproximadamente 4 dias, seja alinhado em relação ao fluxo de abastecimento dos materiais até o pavimento. Desse modo, seria possível uma padronização das quantidades encaminhadas em função da desenvoltura das equipes, inclusive em função da unidade que estivesse sendo executada. Assim o levantamento de paredes que foram atribuídas a cada um dos apartamentos seria empregado na composição de lotes de insumos para o fornecimento em cada unidade padrão.

Então, se a cada quatro dias uma equipe produz uma unidade, a programação para suprimento dos blocos daquelas poderia ser feita em frações das quantidades necessárias para completá-la. Logo, o montante verificado como valor médio para um apartamento seria dividido em três frações iguais e seriam encaminhadas ao pavimento tipo conforme sugere o Quadro 2, abaixo: Seja ainda o dia “zero” considerado como o dia anterior ao início dos trabalhos, ou seja, é um suprimento que antecede a movimentação dos colaboradores até o pavimento seguinte.

Quadro 2 - Exemplo de um modelo de frequência para abastecimento do pavimento tipo

Dia	0	1	2	3	4
Quantidade fornecida	1/3 do total	1/3 do total	Dia livre	1/3 do total	Dia livre

Fonte: A autora (2016)

O emprego desse tipo de sistemática almeja de forma direta dois impactos positivos: a padronização de um período, estimado em meio turno durante os três dias, durante o qual seria realizado o abastecimento, ao invés de dedicar horas diárias para a mobilização desse material. Como benefício esperado estaria livre o equipamento de transporte vertical para outros fins.

O segundo aspecto refere-se aos lotes, já que estes estariam em acordo com as especificações por tipo de blocos requisitados em cada parede que estivesse em execução, os volumes de sobra no pavimento tendem a diminuir. Consequentemente presume-se que haja menor incidência de retrabalhos no ato de desloca-los até o pavimento seguinte, inclusive quanto ao aspecto de movimentações desse insumo no próprio pavimento, seja esse uma das principais causas para quebra desse material.

6.5 SISTEMÁTICA ÁGIL PARA GESTÃO DOS PROCESSOS

O desenvolvimento de processos construtivos orientados pelos princípios da construção enxuta requisita uma evolução dos conceitos sobre a forma tradicional como conduzi-los. Mas além disso, a percepção pormenorizada sobre o gerenciamento das equipes e a utilização dos insumos (quer sejam consumidos ou não durante o processamento das atividades) é uma maneira sistemática de enxergar valor.

Por conta disso, a adoção de iniciativas relacionadas e já experimentadas visando a redução dos desperdícios numa construção compreende uma cadeia de evolução das diferentes maneiras como se pode instituir essa abordagem. Incluindo a verificação quanto à adaptabilidade de cada princípio para as diferentes situações onde podem ser implantados.

Contudo, a dinamicidade de uma obra de construção pode requisitar formas de avaliação e resposta aos efeitos de processos *lean* de uma maneira tão instantânea quanto em outras áreas. Por esse motivo, os gestores precisam desenvolver capacidades de captação e interpretação dos resultados de forma iterativa e colaborativa no ato de planejar e programar, seja a médio ou curto prazo os próximos trabalhos.

Nesse estudo de caso foi verificado que a equipe administrativa faz uso de instrumentos e documentos que demonstram o andamento dos serviços que estão sendo e deverão ser executados a médio prazo. O Anexo A ilustra uma das planilhas adotadas pela obra para o acompanhamento dos serviços, em função da localização e do período em que está previsto e foi executado.

Por meio de entrevistas não estruturadas ao gestor, foi informado que por concepção própria para o gerenciamento das equipes ele mesmo preside reuniões quinzenais, juntamente com o engenheiro de campo, o mestre de obras e os encarregados das frentes de serviço. Na ocasião, são apresentados os planos de curto prazo (considerados em ciclos de duas semanas) para o desenvolvimento da obra e também se faz a validação das tarefas realizadas no período anterior.

Um outro procedimento da construtora demonstra o potencial que uma abordagem mais dinâmica sobre as medidas de gestão em um canteiro pode ajudar no controle e supervisão do seu andamento. Ocorre que diariamente, um dos estagiários percorre toda a obra verificando o trabalho de cada um dos colaboradores, de um determinado tipo de serviço. Como objetivo, ele deve pontuar onde o trabalhador está desenvolvendo suas atividades (pavimento) e qual a ação que ele está executando (chapisco, reboco, bonecas etc).

Fazendo um paralelo com a metodologia de gestão ágil, é possível notar a semelhança entre algumas das práticas verificadas nessa obra e as cerimônias do *Scrum*. Uma comparação pode ser feita entre o ciclo de *sprints* recomendado e o intervalo adotado para as reuniões internas, por exemplo.

Também a medição e acompanhamento dos principais serviços da obra, para fins de alimentação do sistema de controle do empreendimento, busca informações semelhantes às obtidas pela cerimônia chamada de “*daily*” da mesma ferramenta ágil. Ou seja, o esclarecimento das atividades que estão sendo desenvolvidas por cada membro da equipe.

Contudo, foram observados pontos específicos quanto a condução das atividades diárias na obra que poderiam ser otimizados através de medidas de gerenciamento ágil, entre estes pode-se citar:

- As atribuições de cada membro da equipe administrativa estão bastante desagregadas entre si e normalmente seus resultados são direcionados e entregues somente ao engenheiro responsável ao fim de um prazo previamente definido. O que ocasiona desinformação entre os demais sobre o andamento de outras tarefas que não “as suas”;
- A comunicação e os meios utilizados para tal não possuem um padrão unificado. Dessa forma, a equipe se comunica via telefone celular, por meio de rádios de comunicação internos e também presencialmente. O que resulta por vezes na perda de orientações que partem dos gestores para algum colaborador (encarregado, mestre) específico que não recebeu a informação;
- Normalmente a gestão sobre os deveres da equipe administrativa fica restrita ao engenheiro responsável, resultando na centralização de conhecimentos a este e aos relatórios alimentados dentro do sistema de controle do empreendimento. Então, para o caso de ausência de algum, pode haver uma falha/desconhecimento sobre a forma como conduzir determinadas ações pelos demais integrantes.

A adoção de uma ferramenta, como o *Scrum* por exemplo, para auxiliar nas falhas de comunicação de interação no nível tático do canteiro está entre as proposições desse trabalho. Considerando que os aspectos passíveis de melhoria mencionados estão relacionados com a forma como são geridas as pessoas, a construção de um *backlog* de tarefas/responsabilidades, voltado à dinâmica de reuniões diárias para o acompanhamento das rotinas e ações na obra é um potencial instrumento para sanar possíveis problemáticas sob esse aspecto. Dessa forma, o

Apêndice A ilustra um exemplo de como poderia ser estruturada a lista de tarefas a ser empregada no Scrum da obra.

Ainda sobre o acompanhamento dos planos de curto prazo, foi sugerido ao engenheiro da obra que os tópicos apresentados na pauta das reuniões fossem utilizados na construção de elementos para gestão à vista. Relembrando que essa prática, de promover visibilidade dos relatórios e metas admitidos por setores ou empresas está baseada principalmente na cultura Toyota – de onde surgiu o conceito *lean*.

Esclarecendo as atividades desenvolvidas por cada um se pretende demonstrar que individualmente os integrantes da equipe possuem um papel significativo para os resultados alcançados por todos. Assim, espera-se desenvolver o senso de responsabilidade sobre o compromisso firmado, em atingir as metas estabelecidas e possibilitar que a evolução dos trabalhos esteja dentro das expectativas.

O engajamento de todos os níveis dentro do processo de “supervisão” em relação ao que está previsto para o conjunto de serviços em geral pode aumentar o valor sobre as comunicações internas. Seja mediante a informação de alguma dificuldade encontrada durante o desenvolvimento dos processos, ou mesmo por meio de avaliações autocríticas a respeito da desenvoltura e empenho das equipes.

Diante disso, a sugestão na prática é de que os itens definidos em reunião sejam transformados em um quadro informativo, simples e de fácil compreensão a ser pregado no ambiente de refeitório/lazer do canteiro. O principal objetivo disso é dar conhecimento a todos sobre volume de serviços que está sendo desenvolvido na obra. Por meio da exposição em nível macro, permitir que eles possam se enquadrar nos planos expostos e tomar conhecimento das expectativas sobre o seu trabalho. Um modelo proposto pode ser visto no Apêndice B desse documento.

7. CONCLUSÃO

A realização desse trabalho considerou que o desenvolvimento de projetos mais competitivos perante o mercado têm sido o principal impulso para as organizações de modo geral, inclusive para a construção civil isso não se faz diferente. Contudo, por possuir características particulares em função da dinâmica em seus processos, foi observado que esse nicho de atividade requisita também de medidas específicas, quase que sob encomenda para alcançar tais objetivos.

Por isso, a caracterização dos sistemas construtivos implementados é de grande valor durante o processo de identificação entre os pontos de fragilidade do empreendimento. Fornecendo um diagnóstico sobre as dificuldades que impedem as empresas de atingirem melhorias efetivas no seu modo de produção.

Também a exploração de conceitos, baseados na engenharia de processos, tais como os princípios do pensamento enxuto são aspectos relevantes para o alcance de melhoria nas construções. Seja por meio do nivelamento entre os ritmos de produção e abastecimento de insumos, através de avaliações sobre movimentações e transportes ou ainda sob a perspectiva de implantação de lotes para materiais, conforme explanado.

Considerando que essas ações contribuem para a disseminação dos princípios do *lean construction*, a exemplo da: redução do tempo de ciclo dos processos, aumento na flexibilidade de saída dos produtos e a introdução de melhorias contínuas no processo, ligados diretamente ao nivelamento do ritmo de abastecimento das equipes. Como também a melhoria dos fluxos, redução de passos ou partes dispensáveis aos serviços e a promoção de transparência dos processos, aqui relacionados às observações quanto aos transportes em planta e racionalização aplicada aos insumos.

Inclusive a admissão de formas diferenciadas para o controle e planejamento dos serviços programados e das equipes envolvidas nesse tipo de projeto pode ser adicionada aos fatores de ganho potencial dessa visão de gerenciamento proposta, considerando os ritmos de ação e resposta, que possuem características diferenciadas na construção civil.

Nesse estudo de caso, a pesquisa bibliográfica foi de grande valia para o embasamento a respeito dos conceitos e técnicas propostos. Adicionando-se ainda as informações práticas, obtidas no canteiro de obras através de entrevistas não estruturadas e também por meio de observações. Composto inclusive por considerações de caráter qualitativo a respeito das observações e proposições apontadas.

Conclui-se que houve a confirmação sobre o potencial de uso paralelo dos conceitos de gerenciamento ágil e práticas visando a redução das perdas em obras de construção civil. Admitindo inclusive que a mescla entre as filosofias possa promover melhores condições de concorrência perante o mercado de comercialização; assim como a multiplicação de trabalhos acadêmicos nessa linha possam ampliar os benefícios listados.

Por esse motivo, apresenta-se como sugestão o desenvolvimento de medidas comparativas, de um período amostral considerável, a respeito dos benefícios obtidos por meio da utilização dos conceitos e propostas desenvolvidos. Tais como: avaliação comparativa do nível de ociosidade das equipes, levantamento do custo dos transportes internos para o abastecimento de insumos, desenvolvimento de índices sobre a gestão de equipes e eficiência do planejamento etc.

REFERÊNCIAS

- ABBASIAN-HOSSEINI, S. Alireza; NIKAKHTAR, Amin; GHODDOUSI, Parviz. **Verification of lean construction benefits through simulation modeling: A case study of bricklaying process**. KSCE Journal of Civil Engineering, v. 18, n. 5, p. 1248-1260, 2014.
- BARBOSA, George *et al.* **Implementação de construção enxuta em um ano em um projeto de construção**. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, v. 8, 2013.
- CBIC. A Produtividade da Construção Civil Brasileira. Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2016.
- CESAR, Luiza Denardi *et al.* **Projeto do canteiro de obras: avaliação das instalações provisórias e dos fluxos físicos de materiais**. Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído, v. 2, 2011.
- DE SOUZA, Adnilson Luis. **AVALIAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DO LEAN CONSTRUCTION EM UM CANTEIRO DE OBRAS**.
- DE TOLEDO JUNIOR, ITYS-FIDES Bueno. **Lay-out Arranjo Físico**. 9 edição. São Paulo, 2007.
- DELLE PIAGGE, Ricardo Magnani; MARCOLA, Josadak Astorino. **APLICAÇÃO DE UM SISTEMA HÍBRIDO DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS, TRADICIONAL E ÁGIL, EM UMA EMPRESA DE CONSTRUÇÃO CIVIL E MONTAGEM INDUSTRIAL DE GRANDE PORTE**.
- HENRICH, Guilherme; KOSKELA, Lauri. **Evolution of production management methods in construction**. 2006.
- HOMRICH, Aline Sacchi *et al.* **Uma Contribuição ao gerenciamento ágil de projetos: o caso de uma empresa de construção de centrais hidrelétricas**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. 2011
- KOSKELA, Lauri. **Application of the new production philosophy to construction**. Stanford, CA: Stanford University, 1992..
- MARQUES, Diego Vianna Pinto. **Racionalização do processo construtivo de vedação vertical em alvenaria**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2013
- MONTEIRO, Ari. **Projeto para produção de vedações verticais em alvenaria em uma ferramenta CAD-BIM**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2011
- PALIARI, José Carlos. **Método para prognóstico da produtividade da mão-de-obra e consumo unitário de materiais: sistemas prediais hidráulicos**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2008
- PEREIRA, Mariana Del Carlo; OLIVEIRA, Danielle Meireles. **Análise da aplicação da filosofia lean construction em empresas do setor de construção civil da região metropolitana de Belo Horizonte**. CONSTRUINDO, v. 6, n. 2, 2014.

PÉREZ, Cristina Toca; COSTA, Dayana Bastos; GONÇALVES, Jardel Pereira. **Identificação, mensuração e caracterização das perdas por transporte em processos construtivos**. Ambiente Construído, v. 16, n. 1, p. 243-263.

PESTANA, Ana Catarina VMF; ALVES, Thaís da CL; BARBOSA, André R. **Application of lean construction concepts to manage the submittal process in AEC projects**. Journal of Management in Engineering, v. 30, n. 4, p. 05014006, 2013.

PINTO, João Paulo. **Lean thinking**. Comunidade Lean Thinking, p. 1-8, 2008.

SAURIN, Tarcisio Abreu; FORMOSO, Carlos Torres. **Planejamento de canteiros de obra e gestão de processos**. ANTAC, 2006.

SHUTERLAND, Jeff. **Scrum: a arte de fazer o dobro do trabalho na metade do tempo**. São Paulo. LeYa, 2014.

SONDAGEM INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Condições financeiras mostram pequena melhora**, Brasília, ISSN 2317-7322, Ano 7, Número 9, set. 2016.

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de. **Como medir a produtividade da mão-de-obra na construção civil**. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, v. 8, n. 1, 2000.

TUDESCO, Ana Paula Kloeckner. **Gerenciamento ágil de projetos: fatores de sucesso determinantes da agilidade e facilitadores de resultados inovadores**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2014

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. **A máquina que mudou o mundo**. Gulf Professional Publishing, 2004.

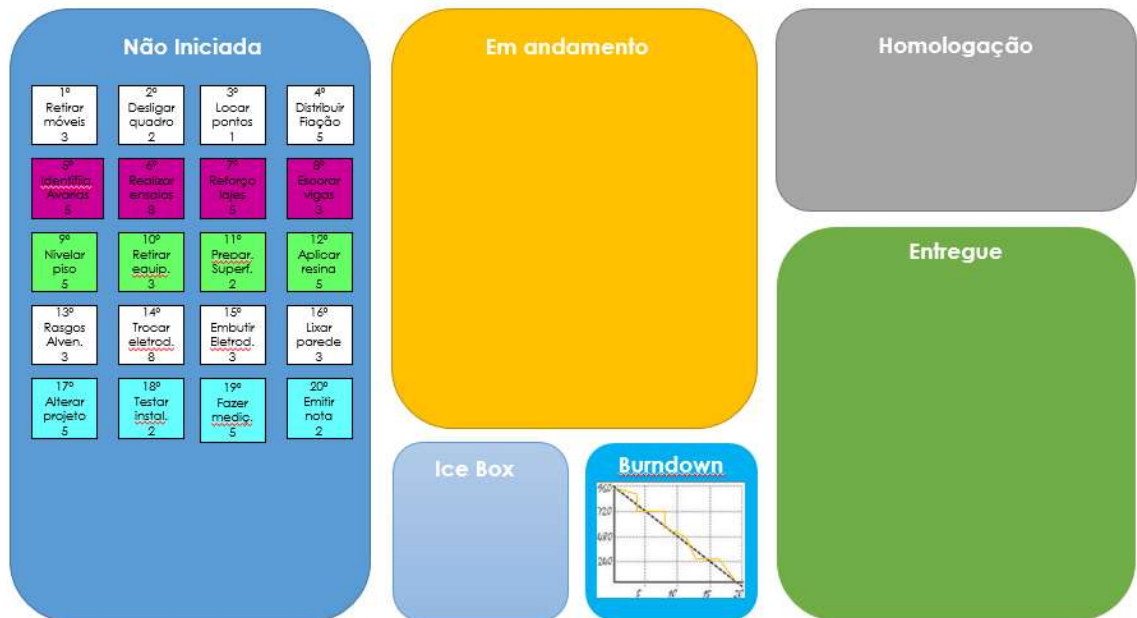
WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. **Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation**. Simon and Schuster, 2010

YIN, Robert K. **Estudo de Caso-: Planejamento e Métodos**. Bookman editora, 2015.

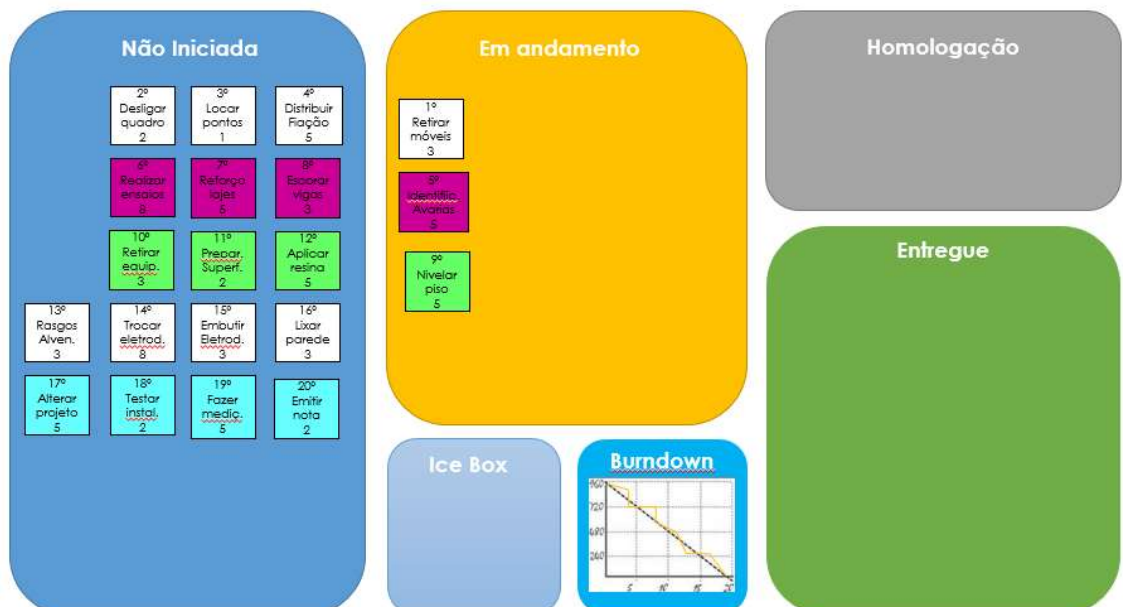
CONSTRUTORA SANTA MARIA EDIFÍCIO TRIANON JARDINS ELEVACÃO DE ALVENARIA					
TIANON					
TABELA DE SERVIÇO					
INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	PREVISÃO 06/02/2017 A 15/03/2017
APT° 1301	APT° 1302	APT° 1303	APT° 1304	APT° 1305	APT° 1306
INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	PREVISÃO 28/02/2017 A 06/03/2017
APT° 1201	APT° 1202	APT° 1203	APT° 1204	APT° 1205	APT° 1206
INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	PREVISÃO 08/02/2016 A 17/02/2017
APT° 1101	APT° 1102	APT° 1103	APT° 1104	APT° 1105	APT° 1106
INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	PREVISÃO 30/01/2017 A 08/02/2017
APT° 1001	APT° 1002	APT° 1003	APT° 1004	APT° 1005	APT° 1006
INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	PREVISÃO 19/01/2017 A 30/01/2017
APT° 901	APT° 902	APT° 903	APT° 904	APT° 905	APT° 906
INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	PREVISÃO 10/01/2017 A 19/01/2017
APT° 801	APT° 802	APT° 803	APT° 804	APT° 805	APT° 806
INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	PREVISÃO 16/12/2016 A 16/01/2017
APT° 701	APT° 702	APT° 703	APT° 704	APT° 705	APT° 706
INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	PREVISÃO 02/12/2016 A 15/12/2016
APT° 601	APT° 602	APT° 603	APT° 604	APT° 605	APT° 606
INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	PREVISÃO 23/11/2016 A 02/12/2016
APT° 501	APT° 502	APT° 503	APT° 504	APT° 505	APT° 506
INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	PREVISÃO 17/11/2016 A 23/11/2016
APT° 401	APT° 402	APT° 403	APT° 404	APT° 405	APT° 406
INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	PREVISÃO 03/11/2016 A 11/11/2016
APT° 301	APT° 302	APT° 303	APT° 304	APT° 305	APT° 306
INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	PREVISÃO 21/10/2016 A 03/11/2016
APT° 201	APT° 202	APT° 203	APT° 204	APT° 205	APT° 206
INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	PREVISÃO 11/10/2016 A 21/10/2016
APT° 101	APT° 102	APT° 103	APT° 104	APT° 105	APT° 106
INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	INICIO : FINAL : EQUIPE :	PREVISÃO 29/09/2016 A 11/10/2016
APT° 01	APT° 02				

APÊNDICE A – ILUSTRAÇÃO DE QUADRO COM SCRUM PARA ATIVIDADES DA OBRA

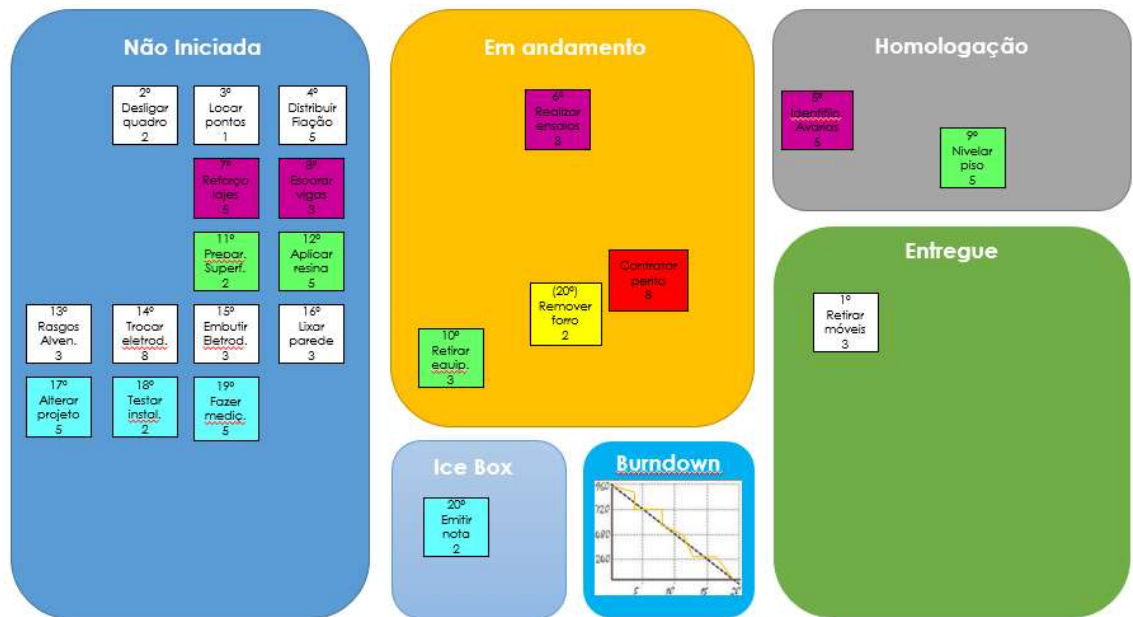
Quadro Scrum na sua configuração inicial



Quadro Scrum com algumas atividades em andamento



Quadro Scrum com tarefas planejadas em todos os *status* e interrupções



**APÊNDICE B - MODELO DE QUADRO CONTENDO PROGRAMAÇÃO DE
CURTO PRAZO**

QUINZENA 01 12/12 A 16/12			IDENTIFICAÇÃO DA CONSTRUTORA
O QUE? / SERVIÇO	QUEM? / RESPONSÁVEL	ONDE? / LOCALIZAÇÃO	
INSTALAÇÃO DE CAIXINHAS	ENCARREGADO ARNALDO	4º PVTO. E 5º PVTO.	
GESSO PROJETADO	ENCARREGADO JOÃO	1º PVTO.	
FORMAS PILARES	TERCEIRIZADA	13ºPVTO.	
CHAPISCO	ENCARREGADO ARNALDO	2º PVTO.	
REBOCO EXTERNO	ENCARREGADO JOAQUIM	MURO DO PLAYGROUND	
MARCAÇÃO DA ALVENARIA	ENCARREGADO JOAQUIM	10ºPVTO.	
RETIRADA ESCORAS	TERCEIRIZADA	11º PVTO.	