



Análise de Fluxos Físicos na Construção Civil – Um Estudo em Obras Verticais

Analysis of Physical Flows in Civil Construction – A Study in Vertical Construction Projects

DIAS, Nayara Vollmer¹; AZEVEDO, Bruno Freitas de²
nayara.vollmer@gmail.com¹; bruno.azevedo@poli.ufrj.br².

¹Mestranda do Programa de Gestão de Sistemas de Engenharia, Universidade Católica de Petrópolis, RJ, Brasil.

²Doutorando do Programa de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Informações do Artigo

Palavras-chave:
Fluxos Físicos;
Gestão da Construção Civil;
Construção Enxuta.

Keywords:
Physical Flows;
Construction Management;
Lean Construction.

Resumo:

O modelo de gerenciamento adotado por construtoras hoje no Brasil, negligencia os fluxos de todos os processos ao dar ênfase nas conversões. Esse modelo assume a perspectiva de que toda a obra pode ser dividida em partes menores e que a melhoria do todo pode ser alcançada pela melhoria de cada uma das partes. A teoria da Construção Enxuta, considera que todos os processos são compostos por conversões, inspeções, transporte e esperas e propõe que os fluxos devem estar transparentes para que sejam gerenciados da melhor maneira possível e para que as perdas sejam eliminadas. O trabalho tem como objetivo propor diretrizes para elaboração e gestão dos fluxos de materiais e mão de obra em canteiros de obras verticais para o ganho da qualidade da construção, de forma integrada ao processo de planejamento e controle da produção da construção civil, tendo como base a nova filosofia da produção. Essas diretrizes foram obtidas através do estudo das variáveis encontradas dentro dos fluxos físicos. A implementação da gestão dos fluxos físicos pode ser um primeiro passo para a introdução de uma cultura de melhoria contínua na construção, possibilitando a evolução do planejamento e da gestão da qualidade.

Abstract

The management model adopted by construction companies in Brazil today neglects the flows of all processes by emphasizing conversions. This model assumes that the entire project can be divided into smaller parts and that improvement of the whole can be achieved by improving each of the parts. Lean Construction theory considers that all processes are composed of conversions, inspections, transportation, and waiting, and proposes that these flows must be transparent for optimal management and to eliminate losses. This work aims to propose guidelines for the development and management of material and labor flows on vertical construction sites to improve construction quality, integrated with the construction production planning and control process, based on the new production philosophy. These guidelines were obtained through the study of variables found within physical flows. Implementing physical flow management can be a first step toward introducing a culture of continuous improvement in construction, enabling the evolution of planning and quality management..

1. Introdução

O planejamento da construção civil, é um dos principais aspectos de gerenciamento, envolvendo todas as fases dentro da construção, dentre elas o orçamento, compras e notadamente, a gestão de pessoas. É um processo de tomada de decisões que se entrelaçam e visam o alcance do objetivo final, o empreendimento. Portanto, são ações tomadas no presente que resultam em implicações futuras.

Planejar consiste em um conjunto de práticas, técnicas e conceitos disponíveis para o desenvolvimento e o alcance de todas as metas estabelecidas no início do projeto. O alvo principal de um bom gerenciamento é o de se obter o melhor desempenho e qualidade, dentro do prazo determinado e do custo estimado.

A construção civil, no decorrer dos anos, tem desenvolvido suas atividades em um modelo de administração da produção que dá ênfase às atividades de conversão. Esse modelo tem negligenciado diversos fatores de extrema importância dentro do contexto, dentre eles a desconsideração das inter-relações entre as tarefas e as suas devidas interdependências. A falta de análise entre as atividades provoca grandes perdas, inclusive podendo comprometer a qualidade da construção, porquanto não é de todo satisfatório alcançar objetivos como o custo e o prazo e não atingir metas principais, como a qualidade e a durabilidade do projeto final.

Nesse modelo de conversão, o procedimento é formado por entradas que são processadas e que se transformam em um produto [1]. Os produtos, dentro da construção civil, são considerados como sendo o conjunto de serviços e insumos que são convertidos em um produto final.

A produção é apenas vista como a conversão de insumos em produtos, e cada processo pode ser dividido em partes menores e cada uma dessas partes poderão ser melhor gerenciáveis. Avaliando o processo em partes menores e buscando melhorias dentro dessas atividades, obtém-se o raciocínio do alcance

da melhoria do todo. Porém, conforme já dito anteriormente, dentro desse estudo todo o tipo de interferência causado entre uma parte e outra é desconsiderada, gerando falhas, desperdícios de materiais e a perda na qualidade final.

Lamentavelmente, não são poucas as obras que são executadas sem qualquer tipo de planejamento, valendo-se o engenheiro apenas de sua capacidade de administrar assuntos concomitantemente com o desenrolar da obra [2].

Depois de anos executando obras da mesma maneira, cultivam-se paradigmas que hoje fazem parte do pensamento da maioria dos gestores no canteiro de obras. Os engenheiros se preocupam apenas em atender prazos, sem se importar com a qualidade e o custo daquilo que se está executando. Porém, a construção civil tem sido um dos ramos produtivos que mais vem sofrendo alterações substanciais nos últimos anos. Com a intensificação da competitividade, a globalização dos mercados, a demanda por bens mais modernos, a velocidade com que surgem novas tecnologias, o aumento do grau de exigência dos clientes e a reduzida disponibilidade de recursos financeiros para a realização de empreendimentos, as empresas se deram conta de que investir em controle e gestão de processo é inevitável [2].

A necessidade de uma teoria que explicasse de forma mais adequada as práticas da construção civil, foi um tema abordado de diferentes formas e por diversos autores. Sendo, por fim, apresentado ao setor a possibilidade da aplicação de uma nova filosofia de produção, denominada de Produção Enxuta [1]. Essa filosofia surgiu e se desenvolveu nas indústrias de manufaturas devido à grande competição dentro do mercado. Da mesma maneira, a construção civil vem em busca de novos formatos de gerenciamento e administração da sua produção.

O material não só passa pelo seu processamento ou conversão (alterações no material) como também por inspeções, transportes e esperas, que constituem as

chamadas atividades de fluxo de produção [1].

Os fluxos de produção, também denominados de fluxos físicos, consistem no planejamento para alocação de materiais e equipamentos que devem ser posicionados de tal maneira que a produção se torne mais enxuta, ou seja, uma produção que visa as reduções de perdas de grandes proporções, sendo elas de materiais, tempo e de custo.

Muito embora essa filosofia necessite uma adaptação para a construção civil, as peculiaridades da construção não impedem e tão pouco reduzem a importância da aplicação da Construção Enxuta. Se apenas uma parte dos ganhos obtidos na indústria manufatureira fosse obtido para a construção civil, já seria um grande incentivo para a sua utilização [3].

Apesar da importância dessa nova filosofia de produção, ainda existem muitas dificuldades que impedem que ela seja difundida. Autores apontam diferentes motivos pelo qual o modelo de produção tem sido absorvido de maneira lenta, são elas [4]:

- a. Resposta tardia das instituições acadêmicas;
- b. Falta de competição internacional nesta indústria;
- c. As aplicações já realizadas ocorrem na indústria de manufatura e a generalização para a construção civil não é uma tarefa fácil;
- d. A qualidade da indústria da construção civil é deixada em segundo plano.

Se deve utilizar o que cada teoria apresenta de melhor, tanto a convencional (conversão) como a da Produção Enxuta. Na visão das conversões é extremamente importante definir as tarefas e a sua execução de maneira eficiente e na visão dos fluxos, a questão mais importante é a eliminação de prejuízos dentro dessas atividades [5].

Dentro da construção civil, por conta da falta da organização dos canteiros, os materiais são desperdiçados e uma parcela do tempo é inutilizada pelos trabalhadores devido à esperas e deslocamentos na busca

por materiais, ferramentas, equipamentos e informações não disponíveis [6, 7].

A minimização das incertezas no fluxo de decisões e informações necessárias ao planejamento é tão importante quanto minimizar a incerteza no fluxo de recursos necessários à produção [8].

Atualmente, mais do que nunca, planejar é garantir de certa maneira o sucesso do projeto. Quanto mais ferramentas de planejamento e controle forem utilizadas, dentro do cotidiano da construção civil, mais serão edificados empreendimentos com custos mais otimizados, maior qualidade, menores perdas e maior será a eliminação de tarefas que não agregam valor ao produto final. Esse trabalho tem como objetivo o mapeamento dos fluxos físicos de atividades críticas dentro de obras verticais

2. Metodologia

As diretrizes que são estabelecidas pelo processo de Planejamento e Controle da Produção têm grande influência na proteção da produção, pois podem reduzir as incertezas nos fluxos e melhorar a produtividade das equipes. Portanto, a implantação de diretrizes deve procurar impedir a geração de planos que causem perdas e problemas à produção [9].

Este trabalho consiste no desenvolvimento dos fluxos físicos para análise das variáveis envolvidas nos processos. O estudo dessas variáveis são parâmetros para mudanças de posicionamentos de materiais e/ou equipamentos, garantindo a melhoria da produtividade da equipe e a diminuição nos desperdícios de insumos. Os fluxos que abastecem a produção consistem no estudo de projetos, documentos e especificações para o canteiro, no fornecimento de mão de obra, materiais, ferramentas e equipamentos necessários para o desenvolvimento dos processos construtivos. A incerteza atrelada a esses elementos ocasionam variações de produção, através da geração de esperas,

paralisações e ocorrências de atividades que não agregam valor aos fluxos.

Todavia, deve-se ressaltar que nem todos os tipos de problemas e de perdas podem ser identificados pelo diagrama de fluxo e pelo mapofluxograma [10] e além disso destaca-se que a utilização de dispositivos visuais no canteiro é essencial para o desenvolvimento dos fluxos. A utilização dessa prática pode reduzir as ocorrências de congestionamentos devido a materiais, ferramentas e equipamentos que se encontram distribuídos de forma desorganizada no canteiro. Além de auxiliar na tomada de decisão com base em dados e fatos [11].

Os fluxos analisados dentro dessa pesquisa, foram feitos para serem aplicados em obras verticais, como este é apenas um modelo, cabe ressaltar que em cada obra é necessário a montagem dos fluxos de acordo com os processos de execução internos e, também, conforme layout disponível de posicionamento de canteiro.

Para que o projeto de canteiro seja o mais apropriado possível, é necessário que o mesmo se desenvolva segundo uma metodologia pré-estabelecida. Um método para subsidiar a definição de arranjo físico dos elementos do canteiro, considerando uma lista de critérios, sendo eles: acessibilidade, facilidade para a movimentação de materiais e de pessoas, interferência entre os fluxos, confiabilidade dos equipamentos, qualidade da estocagem, segurança patrimonial, segurança da mão de obra, flexibilidade, interação entre a administração e a produção, motivação do operário e, finalmente, o custo [12].

A análise que foi feita para a montagem dos fluxos físicos leva em conta uma logística voltada para a redução de perdas e de atividades que não agregam valor. Os procedimentos de execução utilizados foram os que comumente são realizados, porém, como foi dito no parágrafo anterior, cada construção possui uma necessidade e, portanto, fluxos diferentes.

Para o desenvolvimento desse trabalho, foi necessário escolher as tarefas que seriam estudadas, para isso selecionou-se os caminhos críticos de uma obra verticalizada, dessa maneira a pesquisa seria ainda mais abrangente e eficaz para a propagação de um modelo.

Atividades críticas são sequências de serviços que geram o tempo mais longo e que definem o prazo total [2]. Já o caminho crítico é o que une essas atividades críticas. Ou seja, o caminho crítico é o caminho mais longo durante o projeto, nele qualquer atraso está extremamente vinculado a extensão do prazo final e caso seja necessária a diminuição do prazo da construção, deve-se começar a redução de tempo dessas atividades em questão.

Apesar da estrutura e das fundações serem tarefas que compõem caminhos críticos nas construções, não foram abordadas neste trabalho. Isso se deve ao fato de serem tarefas extremamente específicas e condicionantes a cada obra.

O diagrama de processo foi a ferramenta escolhida por ser a mais genérica e mais visual, dentre as demais existentes. Existem diversas convenções de símbolos que são utilizados para elaboração de diagramas de processo, neste trabalho os símbolos foram adaptados da bibliografia [13, 14, 15] que tratam da análise de processos para a elaboração de diagramas de fluxos e mapofluxogramas.

A Figura 1 representado a seguir, demonstra a convenção simbólica adotada neste trabalho.

Figura 1 – Símbolos adaptados para a elaboração de diagramas de fluxo

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	Inspeção - Análise do material de forma qualitativa e quantitativa, de acordo com o padrão de aceitação pré-definido
	Transporte - Movimentação na localização dos materiais
	Estoque - O material encontra-se parado aguardando a necessidade para ser utilizado
	Processamento ou Conversão - Alteração da forma ou substância do material

Fonte: Autores

Para montagem dos fluxos físicos neste trabalho, foi necessária a criação de procedimentos de execução baseados naquilo que é executado comumente nas obras.

Vale ressaltar que nos processos dos fluxos mostrados neste trabalho, a parte de logística de canteiro foi destacada, por se tratar de praticamente outro processo, sendo representados nos fluxos físicos grifadas por um retângulo com contorno na cor preta.

3. Resultados e Discussões

Nesta seção serão apresentados os fluxos construídos baseados na metodologia descrita anteriormente para cada etapa determinada.

3.1 Alvenaria

Para o início do processo de assentamento da alvenaria, existem algumas condições e requisitos que deverão ser cumpridas, dentre eles:

- a. A marcação da alvenaria já deverá ter sido executada;
- b. Deve estar presente um eletricista para acompanhamento das instalações elétricas durante a elevação;
- c. As tubulações de hidráulica e esgoto que forem embutidas devem ser acompanhadas e devidamente conferidas;

Além desses itens, é necessário a argamassa de assentamento, para a realização desta, sendo utilizado areia, cal hidratada, cimento e água. Caso seja conveniente, para a execução do traço, podem ser adicionados aditivos químicos (essa situação não está sendo considerada no trabalho). Para que a argamassa de assentamento seja feita, também se faz necessário o cumprimento de alguns requisitos mínimos, são eles:

- a. Todos os equipamentos e as ferramentas necessárias à execução da tarefa, devem estar disponíveis na obra;
- b. O local para a produção da argamassa deve estar definido em conformidade com o projeto de canteiro e/ou com o planejamento da obra;

c. O sistema de abastecimento de água deve estar executado e em perfeita operação;

d. Os equipamentos devem estar montados para possibilitar a otimização da logística de abastecimento de insumos e da distribuição das argamassas que serão produzidas;

e. Se possível, efetuar uma programação diária de produção definindo a quantidade e o seu local de utilização;

f. Os operadores dos equipamentos devem estar treinados e aptos para a execução das atividades.

Para a produção de argamassa, a quantidade de areia, cal hidratada e cimento devem ser definidas de acordo com a necessidade da obra, o traço a ser adotado também segue particularidades que não foram abordados durante essa pesquisa.

Primeiramente, os materiais necessários são transportados da área de estoque para a área de dosagem, através de um equipamento de transporte horizontal (carrinho de mão, por exemplo). Na área destinada a dosagem, os materiais são medidos na padiola e logo após, são colocados na betoneira para que o processamento seja feito. A ordem do lançamento dos insumos na betoneira, é feito de acordo com os processos executivos de cada obra.

Após o processamento dos materiais é necessário despejar a argamassa em um equipamento de transporte, transportar até o seu local de aplicação e estocar em local apropriado até o momento de utilização.

Com os requisitos necessários devidamente concluídos e a argamassa pronta e estocada, os blocos devem ser transportados da área de estoque até o pavimento destinado para a utilização. Assim, a elevação de alvenaria já poderá ser executada.

Para que o assentamento de alvenaria seja realizado, existem outros processos envolvidos como, por exemplo o de verificação de nível e a marcação, porém o que é pretendido no trabalho é verificar as lacunas das atividades que não agregam valor. Portanto, leva-se em consideração que essas

atividades estão incluídas na mão de obra do assentamento da alvenaria de maneira geral.

O APÊNDICE A mostra o diagrama de fluxo feito para a atividade de assentamento de alvenaria conforme o procedimento executivo.

3.2 Chapisco Interno e Externo

O chapisco é a primeira argamassa aplicada à base e a que fica em contato direto com a alvenaria. A sua função é deixar a parede com maior rugosidade para criar pontes de aderência com os próximos revestimentos e acabamentos. Existem diversos tipos de chapisco, alguns até mesmo industrializados. Para a análise do trabalho, considera-se o chapisco tradicional, com a argamassa feita na obra, o que normalmente representa maior economia.

Assim como a argamassa de assentamento de alvenaria, a produção da argamassa para o chapisco também segue requisitos e condições mínimas para que seja produzida, sendo elas:

- a. Todos os equipamentos e as ferramentas necessárias à execução da tarefa, devem estar disponíveis na obra;
- b. O local para a produção da argamassa deve estar definido em conformidade com o projeto de canteiro e/ou com o planejamento da obra;
- c. O sistema de abastecimento de água deve estar executado e em perfeita operação;
- d. Os equipamentos devem estar montados para possibilitar a otimização da logística de abastecimento de insumos e da distribuição das argamassas que serão produzidas;
- e. Se possível, efetuar uma programação diária de produção definindo a quantidade e o seu local de utilização;
- f. Os operadores dos equipamentos devem estar treinados e aptos para a execução das atividades.

Os materiais para a produção da argamassa de chapisco devem ser transportados da área de estoque e baias para

a área de dosagem, após isso, segue-se o mesmo procedimento de execução para a argamassa de assentamento de alvenaria, o material será medido na padiola e, logo após, será colocado na betoneira.

Após os materiais serem processados e a produção for finalizada, a argamassa deve ser despejada em um equipamento de transporte e levada até o seu local de uso.

Esse procedimento refere-se ao chapisco interno e externo, as divergências são no transporte, pois no chapisco interno é necessário a movimentação até o seu pavimento de utilização, e no chapisco externo essa atividade do fluxo fica suprimida, ou seja, inexistente. No chapisco interno, também se tem uma particularidade que não é encontrada no externo, a estocagem do material no pavimento requerido. Além desses pontos, a produção e a realização da atividade é exatamente a mesma.

Para aplicação da argamassa em estruturas é necessária a remoção de qualquer elemento que esteja fixado no concreto, inclusive talhadeiras. É extremamente importante lavar a estrutura para a devida remoção de desmoldantes e poeiras.

O APÊNDICE B representa o diagrama de fluxo correspondente ao chapisco interno e o APÊNDICE C representa o diagrama de fluxo correspondente ao chapisco externo.

3.3 Emboço Interno e Externo

O emboço é a etapa intermediária do acabamento. Ele tem a função de tornar a superfície da parede mais nivelada para receber o acabamento final. O emboço também tem a função relacionada à impermeabilização, impedindo a penetração de água e de agente nocivos.

O emboço é também uma argamassa, porém tem mais pontos convergentes com a argamassa de assentamento de alvenaria, isso se deve ao fato de os materiais serem os mesmos: areia, cal hidratada, cimento e água. Nessa argamassa também podem ser utilizados aditivos químicos (não estão sendo

considerados dentro deste trabalho), dependendo do procedimento de cada obra.

Assim como todas as tarefas dentro da construção, existem condicionantes para o início da execução das atividades, no caso do emboço, são elas:

- a. Todos os equipamentos e as ferramentas necessárias à execução da tarefa, devem estar disponíveis na obra;
- b. O local para a produção da argamassa deve estar definido em conformidade com o projeto de canteiro e/ou com o planejamento da obra;
- c. O sistema de abastecimento de água deve estar executado e em perfeita operação;
- d. Os equipamentos devem estar montados para possibilitar a otimização da logística de abastecimento de insumos e da distribuição das argamassas que são produzidas;
- e. Se possível, efetuar uma programação diária de produção definindo a quantidade e o seu local de utilização;
- f. Os operadores dos equipamentos devem estar treinados e aptos para a execução das atividades.

O emboço é feito da mesma maneira que o chapisco e a argamassa de assentamento de alvenaria.

Os materiais para a produção da argamassa de emboço devem ser transportados da área de estoque e baias para a área de dosagem, após isso, segue-se o mesmo procedimento de produção de argamassas, já mencionado anteriormente, da argamassa de assentamento de alvenaria e o chapisco (interno e externo), o material será medido na padiola e, logo após, será colocado na betoneira.

Após os materiais serem processados e a produção finalizada, a argamassa deverá ser despejada em um equipamento de transporte e levada até o seu local de uso.

Esse procedimento refere-se ao emboço interno e externo, as divergências são no

transporte, como ocorre na execução do chapisco.

O APÊNDICE D representa o diagrama de fluxo correspondente ao emboço interno, já o APÊNDICE E representa o diagrama de fluxo correspondente ao emboço externo.

3.4 Gesso Estuque

O gesso estuque possui propriedades como endurecimento rápido, isolamento térmico e acústico, plasticidade da massa fresca e lisura da superfície endurecida, este tipo de revestimento dispensa a utilização das argamassas de chapisco, emboço ou reboco. Pode ser diretamente aplicado sobre a superfície de paredes internas executadas com blocos.

Assim como todos os serviços a serem executados dentro da construção civil, é necessário atender alguns requisitos para o início da tarefa, dentre eles:

- a. A alvenaria deve estar concluída, sem a ocorrência de rebarbas ou fissuras. Sendo constatada a presença de fissuras, estas devem ser previamente tratadas;
- b. Os tetos e paredes devem estar nivelados, aprumados e planos;
- c. Os encontros entre as paredes e o teto devem estar perfeitamente aprumados ou nivelados;
- d. As instalações elétricas devem estar fixadas, tais como eletrodutos e pontos de luz. As caixas devem estar protegidas de forma a evitar o seu total preenchimento de gesso.

Logo após todas as condições necessárias serem conferidas e estarem de acordo com os requisitos, é preciso produzir o gesso que será aplicado nas alvenarias internas em questão. Diferentemente das argamassas de assentamento de alvenaria, chapisco interno e externo e emboço interno e externo, o gesso deverá ser produzido no seu próprio pavimento de aplicação, isso fará com que não ocorram quaisquer imprevistos que comprometam a qualidade do produto, tendo em vista que o gesso é um material com um

tempo de pega menor em comparação aos demais tipos de argamassas.

Caso o estoque seja considerado no térreo, o fluxo envolve o transporte dos materiais até o pavimento de utilização. Também poderá ser considerado estoque no próprio pavimento, o que ocasionará no transporte apenas horizontalmente até a sua área de aplicação, quanto a isso, ficará a critério de cada obra na tomada de decisão e de verificação de espaço disponível dentro da construção.

Após o transporte e estoque dos materiais até o local definido para a área de preparo, os materiais são colocados em um recipiente e misturados até a obtenção de uma massa homogênea. Logo depois, a massa é transportada até a sua área de aplicação dentro do pavimento e o estuque é devidamente aplicado nas alvenarias.

O APÊNDICE F, representa o diagrama de fluxo do processo de gesso estuque, elaborado conforme o procedimento demonstrado anteriormente.

3.5 Pintura Interna

A pintura é considerada como a fase final dos acabamentos, esta atividade ocorre após a finalização da aplicação das devidas argamassas escolhidas, respeitando o seu tempo de cura e tratando possíveis patologias que possam vir a surgir.

Assim como os demais fluxos físicos na construção civil, é necessário atender às condições mínimas para o início dos serviços, neste caso, são elas:

a. Os revestimentos de paredes e tetos devem estar concluídos com uma antecedência mínima 30 dias;

b. Os revestimentos de piso também devem estar concluídos, bem como rodapés e alisares, exceto quando o revestimento for piso laminado, rodapés de piso laminado, carpetes, rodapés e alisares com o conceito de “prontos”, que serão executados após a pintura para que não ocorram prejuízos e coloquem em risco a qualidade do material.

Após o cumprimento dos requisitos mínimos de iniciação da tarefa em questão, é necessário transportar os materiais necessários: selador, massa corrida e a tinta, para o pavimento de aplicação. Posteriormente após o transporte dos materiais e o estoque dos insumos na sua área de aplicação, o procedimento executivo é inicializado e varia de obra para obra, tendo em vista que a execução de uma tarefa depende muito das condicionantes locais.

Antes da aplicação de qualquer produto na alvenaria, é necessário realizar a retirada de imperfeições presentes e o pó da superfície das paredes e/ou teto. Após a retirada, é necessário aplicar uma demão de selador acrílico sobre a superfície. Em seguida, aplicar aproximadamente duas demãos cruzadas de massa corrida PVA, é necessário considerar o lixamento entre as demãos e a massa, sempre removendo o pó proveniente do lixamento da superfície.

Após a aplicação da massa corrida sob a superfície, é válido ressaltar a necessidade de verificação de possíveis imperfeições para dar retoques com a massa corrida PVA, também é necessário lixar todos os retoques que forem dados. Concluir o processo com mais duas demãos de tinta, podendo esta ser de látex, acrílica ou PVA

No APÊNDICE G, temos o diagrama de fluxo do processo de pintura interna.

3.6 Pintura Externa

A pintura é a fase final dos acabamentos, esta atividade ocorre após a finalização da aplicação das devidas argamassas escolhidas, respeitando o seu tempo de cura e tratando possíveis patologias que possam vir a surgir.

Assim como os demais fluxos físicos na construção civil, é necessário atender às condições mínimas para o início dos serviços, neste caso, são elas:

a. Os revestimentos devem estar concluídos com antecedência mínima de 30 dias;

b. Os equipamentos de pintura de fachada, como por exemplo, andaimes e fachadeiros,

devem estar montados e prontos para serem utilizados.

Após o cumprimento dos requisitos mínimos de iniciação da tarefa em questão, é necessário transportar os materiais necessários: selador, massa acrílica e a tinta, para o transporte vertical aonde ficarão dispostos para aplicação na fachada. Posteriormente após o transporte dos materiais e o estoque dos insumos na sua área de aplicação, o procedimento executivo é inicializado e varia de obra para obra, tendo em vista que a execução de uma tarefa depende muito das condicionantes locais.

Primeiramente, é necessário lixar a superfície e depois retirar a poeira proveniente do lixamento. Após isso, é necessário aplicar uma demão de selador acrílico. Com o selador sob a superfície, aplicar aproximadamente três demãos de massa acrílica, é muito importante que entre uma demão e outra, ocorra o lixamento da superfície para que o nivelamento fique perfeito. Depois da aplicação da massa acrílica, é necessário aplicar de três a quatro demãos de tinta.

No APÊNDICE H, temos o diagrama de fluxo do processo de pintura externa.

4. Considerações finais

Nas seções anteriores foram apresentados os fluxos físicos elaborados durante este trabalho. Os procedimentos executivos adotados foram baseados nas experiências dos autores, podendo sofrer alterações dependendo das condicionantes locais e climáticas do empreendimento.

É válido ressaltar que o modelo criado para análise e devida gestão dos fluxos físicos, foram feitos através de avaliações em obras verticais, identificando os caminhos da sequência de atividades críticas e que comprometem o planejamento final.

Os fluxos físicos podem ser feitos não tão somente para as atividades críticas, como para todas as atividades que fazem parte da construção civil de forma geral, a escolha da elaboração dos fluxos físicos das atividades

que sequenciam o caminho crítico, foi apenas uma delimitação para o objeto de estudo deste trabalho.

As análises desses fluxos possibilitam diferentes estudos e verificações de distintas variáveis que comprometem a melhor produtividade da equipe envolvida. Através da sua gestão, é possível identificar os melhores equipamentos a serem utilizados, os procedimentos mais eficazes de acordo com a disposição dos materiais e insumos e, também, é possível melhorar o grau de incerteza sobre a construção civil.

Com o desenvolvimento do trabalho, foi possível perceber facilmente que o setor de planejamento e controle de obras, no Brasil, ainda é um assunto muito pouco explorado.

Constatou-se que a utilização e aplicação dos fluxos físicos dentro e obras verticalizadas, geram ganhos enormes, tanto para a produtividade quanto para a qualidade do produto final. Foi comprovado o potencial das ferramentas utilizadas, tanto a elaboração dos fluxos como a aplicação da metodologia do estudo das variáveis destes fluxos, não só o seu potencial como também a transparência para indicar os pontos onde possíveis melhorias poderiam ser implementadas.

Verificou-se que a gestão dos fluxos físicos deve ser realizada de forma com que as decisões sejam observadas em diferentes níveis. Desde a fase de projeto, podem ser definidos elementos que poderão facilitar ou dificultar o desenvolvimento dos fluxos. É válido salientar que cada empreendimento possui particularidades nos seus fluxos, entretanto este estudo colabora com o pensamento crítico a respeito do assunto e representa ponto de partida para estudos futuros.

As diretrizes propostas para a gestão dos fluxos físicos em obras verticais, foram elaboradas visando a redução, ou até mesmo, a eliminação, de perdas que ocorrem no fluxo de produção, baseado no conceito da Construção Enxuta. Dessa forma, o estudo aprofundado dos fluxos de cada obra busca otimizar as atividades que não agregam valor,

melhorando a produtividade dos empreendimentos e melhorando resultados do setor.

5. Referências

[1] KOSKELA, L. Application of the new production philosophy to construction. Stanford, EUA: CIFE, 1992, p.75.

[2] MATTOS, Aldo Dórea. *Planejamento e controle de obras*. Oficina de Textos, 2019.

[3] ALÁRCON, L.F. *The importance of research to develop lean construction*. In: Seminário Internacional sobre Lean Construction, 2, 1997. São Paulo. Anais. São Paulo: Instituto de Engenharia de São Paulo/ Logical Systems. Outubro, 1997.

[4] KOSKELA, L. *Lean Production in Construction*. In: ALÁRCON, L. (Ed.) Lean Construction. Rotterdam: A.A. Balkema, 1997, p.1-9.

[5] KOSKELA, L.; *Management of production in construction: a theoretical view*. In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 7, 1999, Berkeley, CA. University of California, 1999, p. 241-252.

[6] SANTOS, A. *Método de Intervenção em obras de edificações enfocando o sistema de movimentação e armazenamento de materiais: Um estudo de caso*. Porto Alegre, 1995. p.150. Dissertação de Mestrado em Engenharia – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

[7] SOIBELMAN, L. *As perdas de materiais na construção de edificações: sua incidência e seu controle*. Porto Alegre, 1993, p.127 Dissertação de Mestrado em Engenharia – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

[8] BALLARD, G.; HOWELL, G. *Shielding Production: An essential step in production control*. Jurnal of Construction Engineering and Management, v.124, n.1, p.11-17, Jan-Fev., 1998.

[9] BALLARD, G.; HOWELL, G. *Implementing Lean Construction: Stabilizing work flow*. In: ALÁRCON, L. (Ed.). Lean Construction. Rotterdam: A.A. Balkema, 1997. p. 101-110.

[10] LEE, S.H; DIEKMANN, J.E; SONGER, A.D; BROWN, H. *Identifying waste: applications of construction process analysis*. In: Annual Conference Of The International Group for Lean Construction, 7, 1999, Berkeley, CA. University of California, 1999.

[11] ALVES, T. *Diretrizes para a Gestão de Fluxos Físicos em Canteiro de Obras: Proposta Baseada em um Estudo de Caso*. Porto Alegre: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

[12] MAIA, A.C.; SOUZA, U.E.L. *Método para conceber o arranjo físico dos elementos do canteiro de obras de edifícios: Fase Criativa*. Boletim Técnico EPUSP/PCC. 2003.

[13] ISHIWATA, J. *IE for the shop floor: productivity through process analysis*. Portland: Productivity Press, 1991.

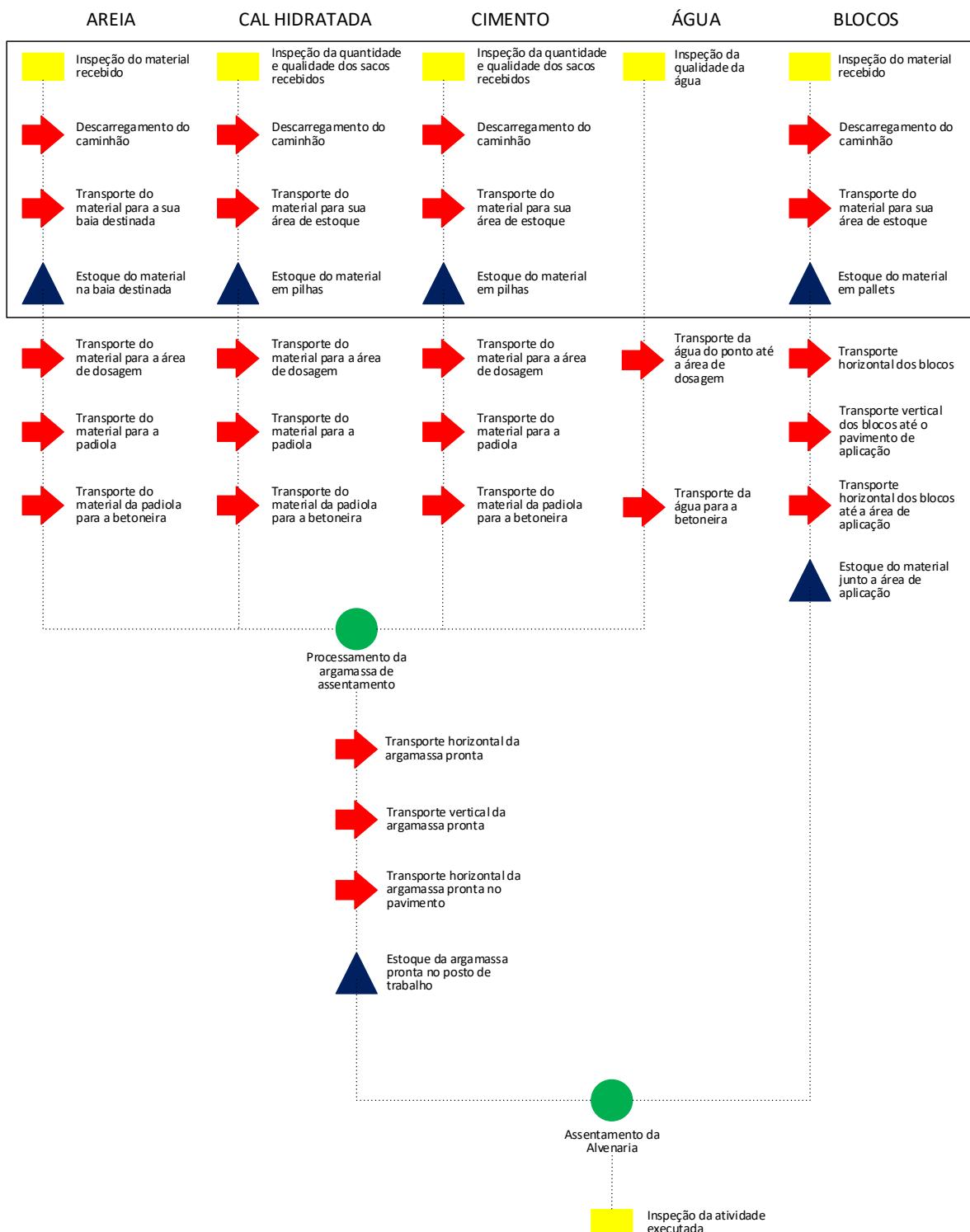
[14] DIAS, M.A.P. *Administração de Materiais: Uma abordagem logística*. 4 ed. São Paulo: Atlas, 1993.

[15] SHINGO, S. *Sistemas de Produção com estoque zero: o sistema Shingo para melhorias contínuas*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

6. Anexos e Apêndices

APÊNDICE A

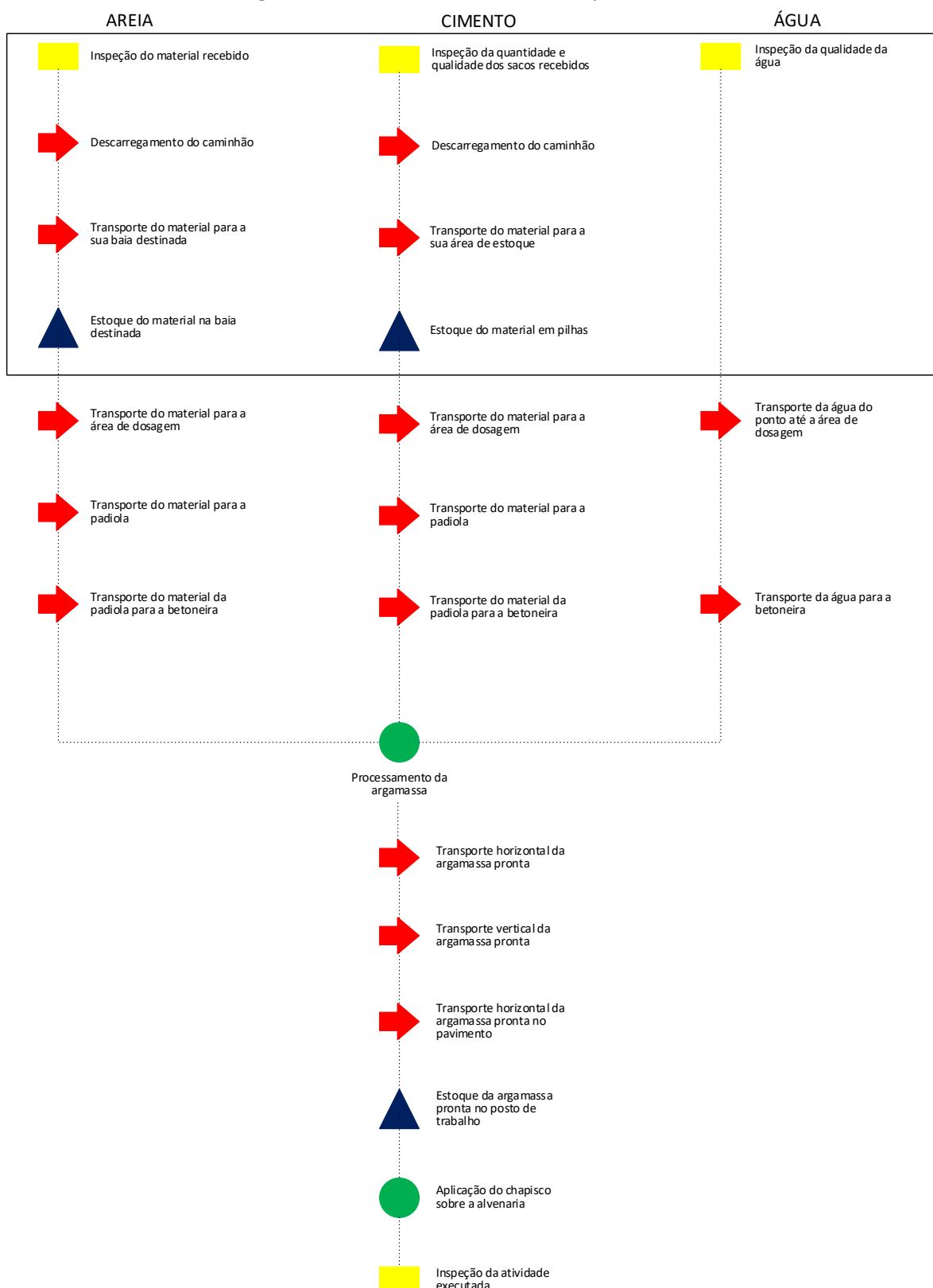
Diagrama de Fluxo do Processo de Assentamento de Alvenaria



Fonte: Autores

APÊNDICE B

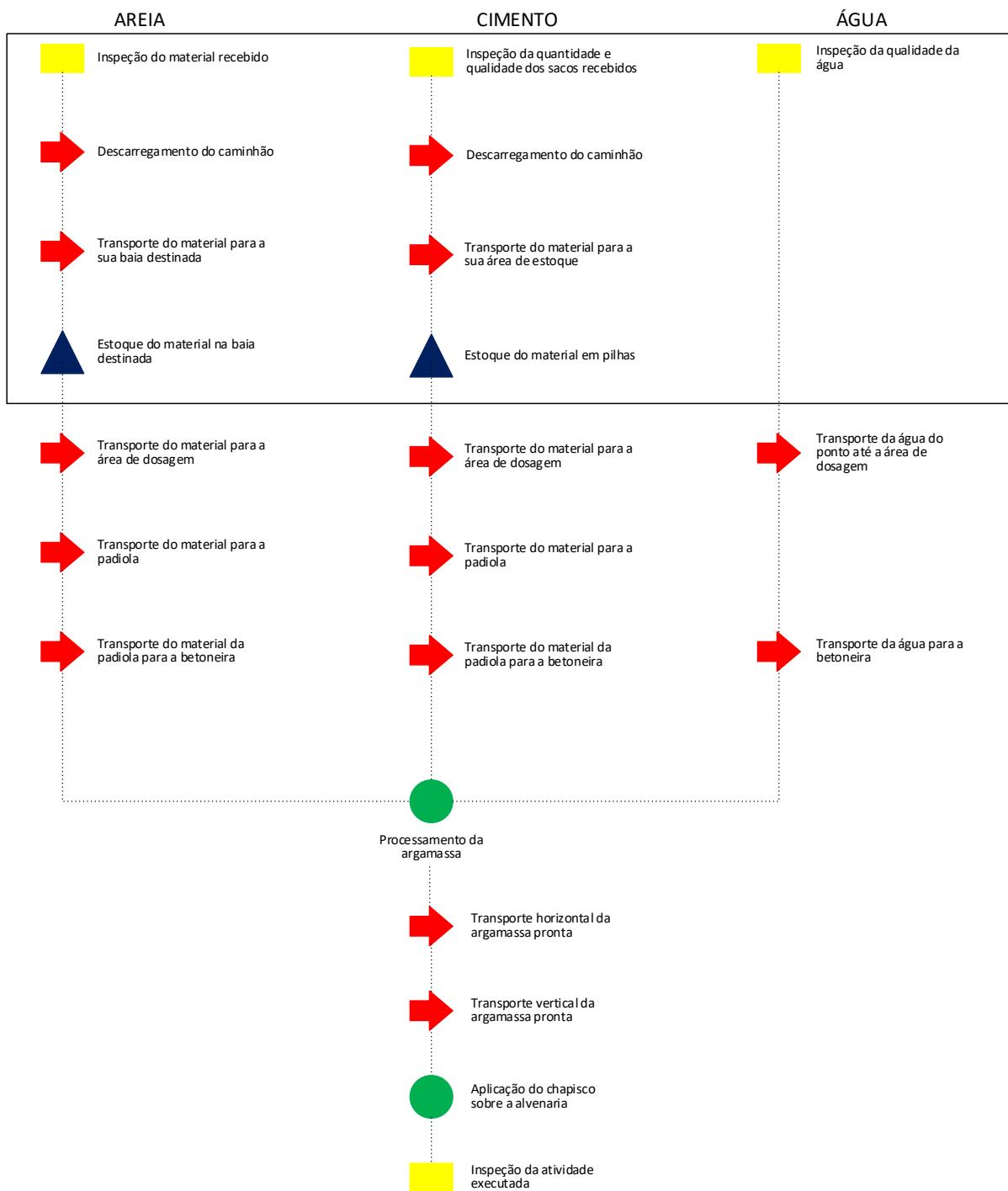
Diagrama de Fluxo do Processo de Chapisco Interno



Fonte: Autores

APÊNDICE C

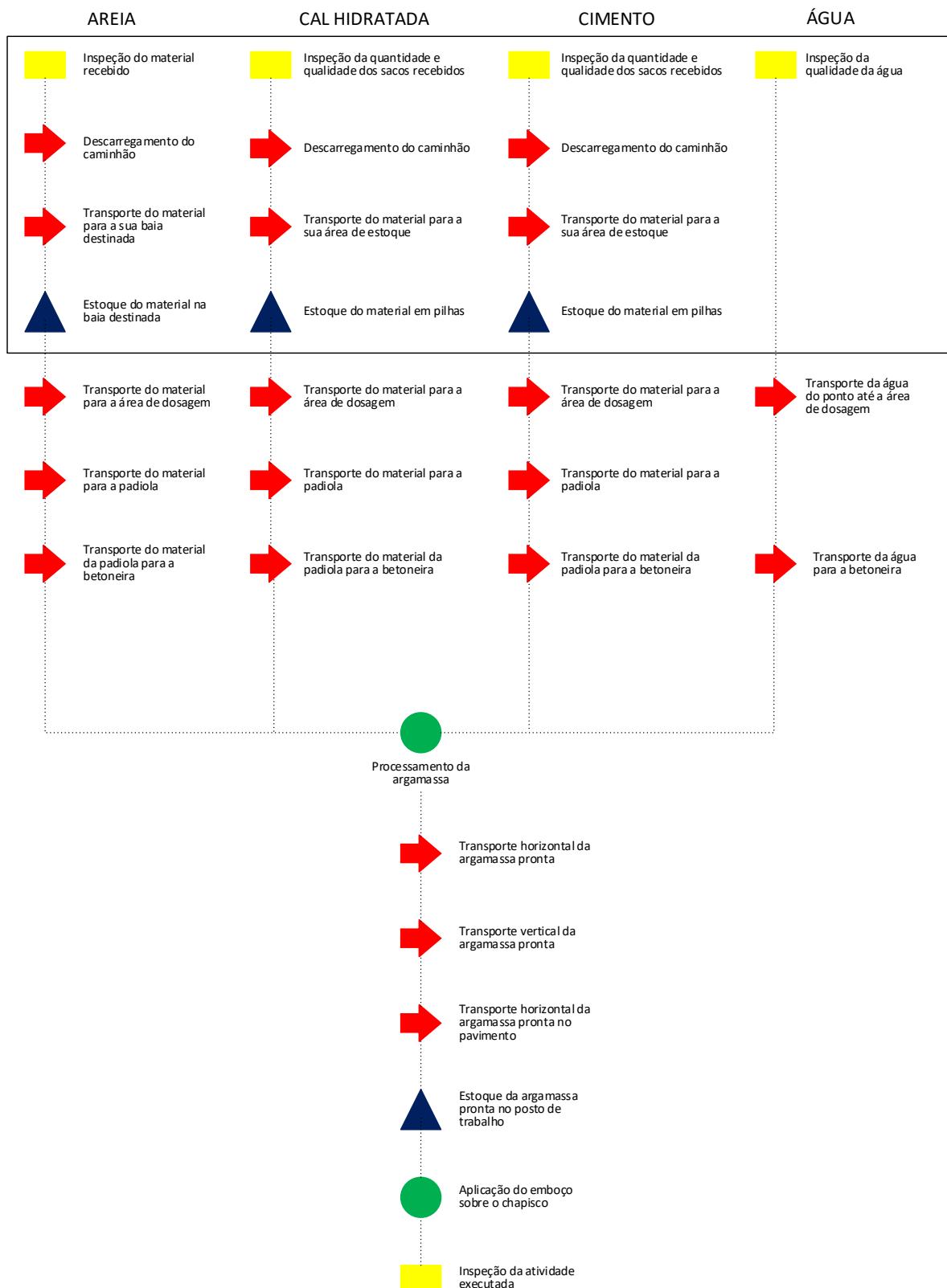
Diagrama de Fluxo do Processo de Chapisco Externo



Fonte: Autores

APÊNDICE D

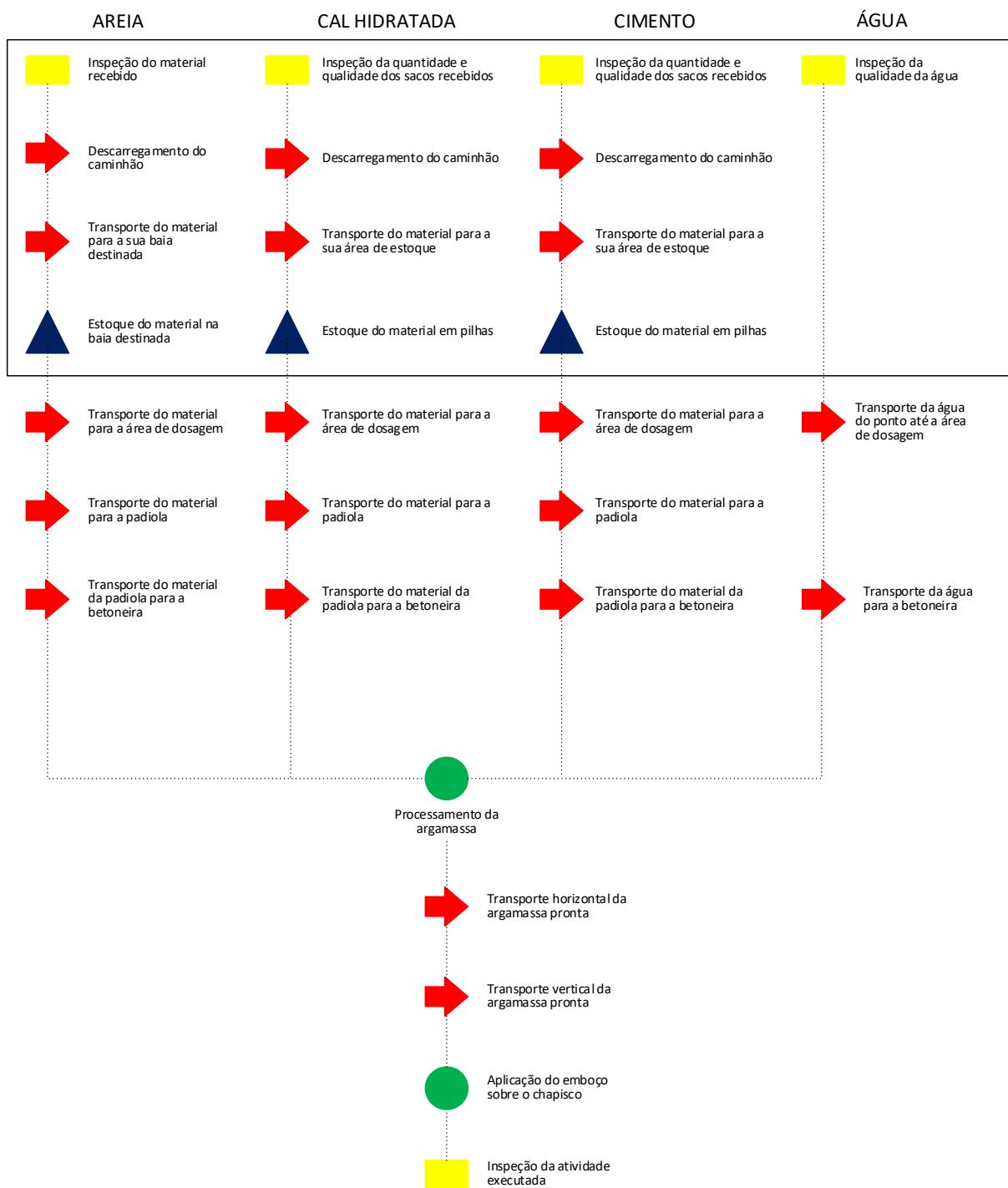
Diagrama de Fluxo do Processo de Emboço Interno



Fonte: Autores

APÊNDICE E

Diagrama de Fluxo do Processo de Emboço Externo



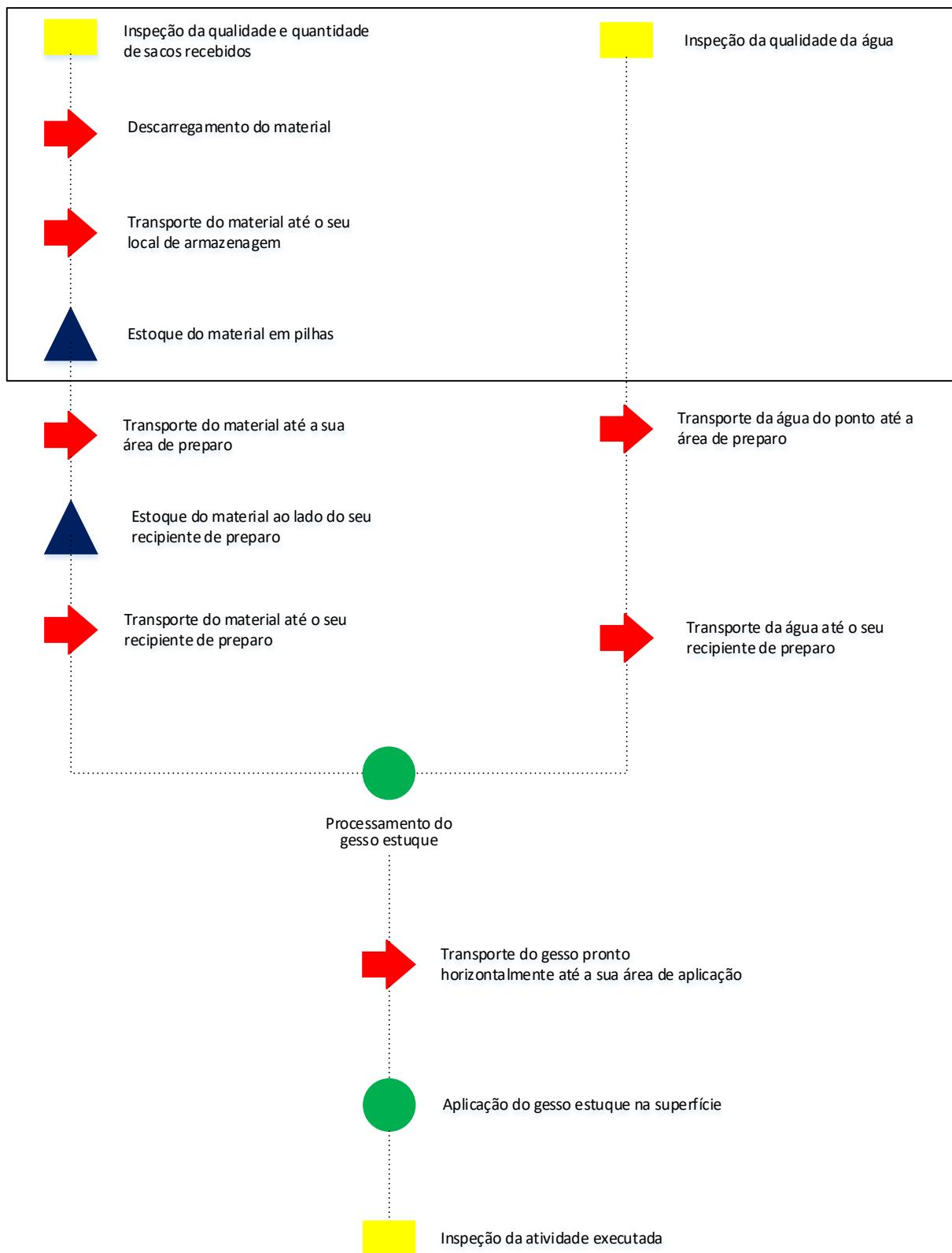
Fonte: Autores

APÊNDICE F

Diagrama de Fluxo do Processo de Gesso Estuque

GESO

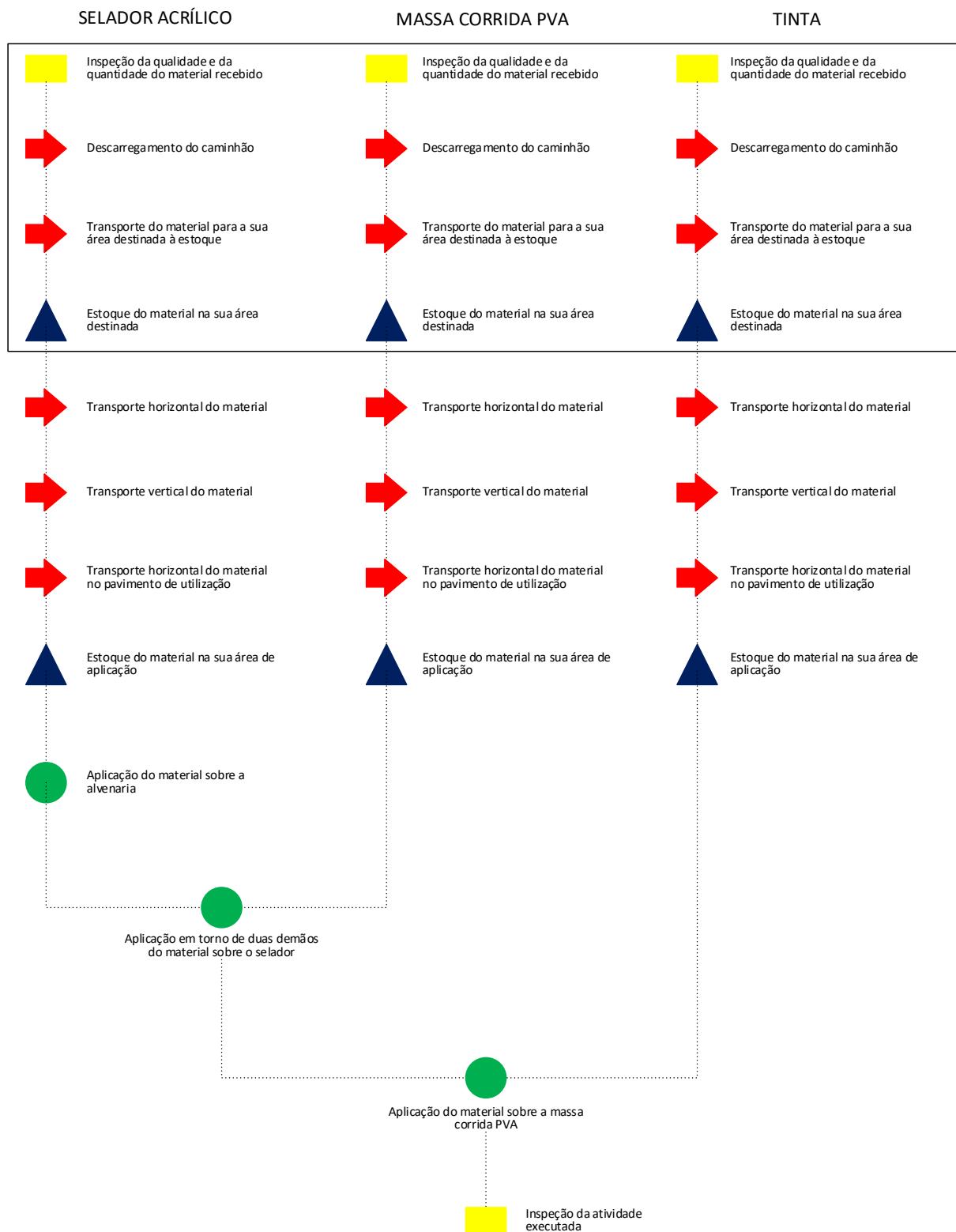
ÁGUA



Fonte: Autores

APÊNDICE G

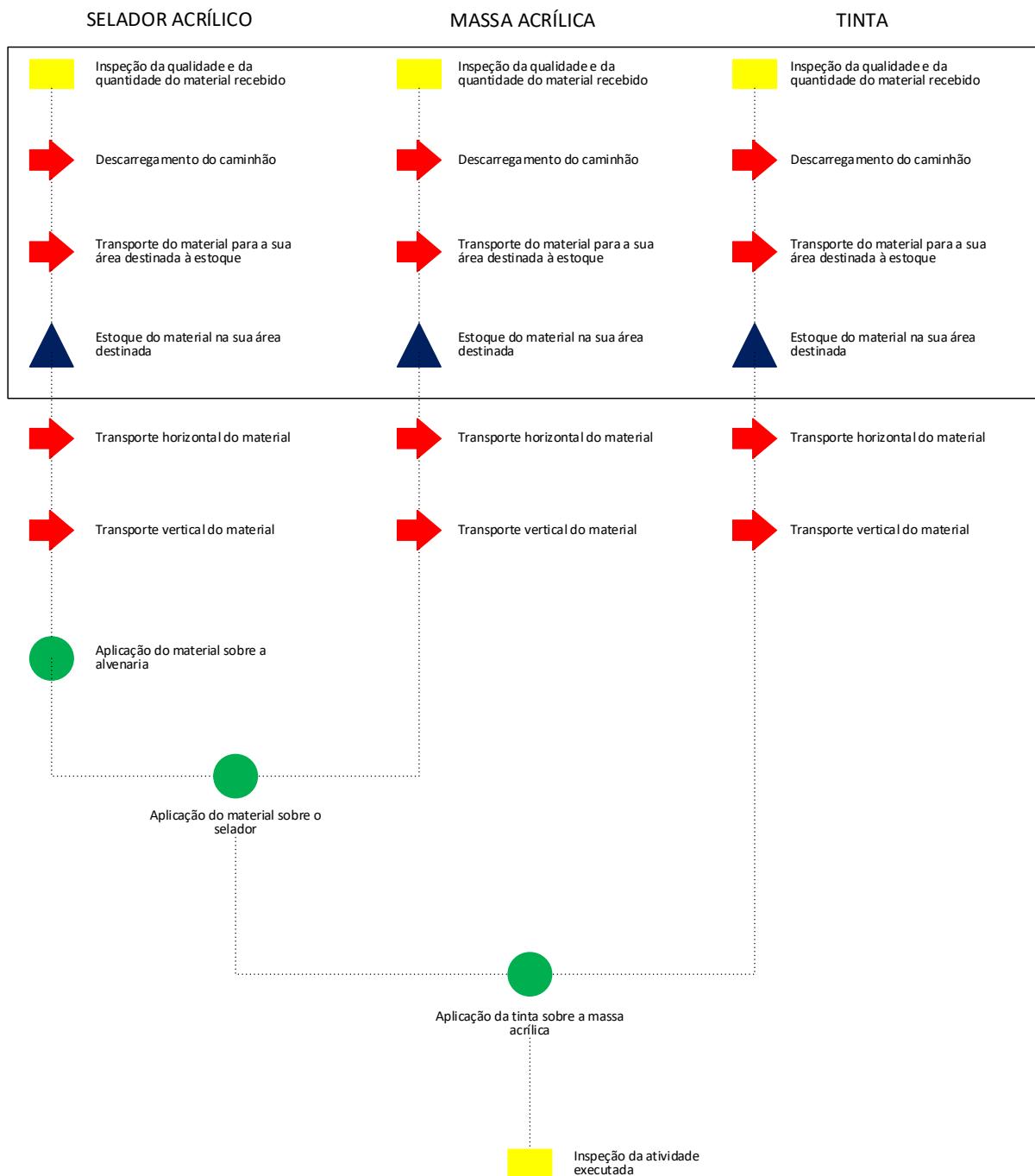
Diagrama de Fluxo do Processo de Pintura Interna



Fonte: Autores

APÊNDICE H

Diagrama de Fluxo do Processo de Pintura Externa



Fonte: Autores