



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

ENTAC 2010

XIII Encontro Nacional de Tecnologia
do Ambiente Construído

PROJETO DE ALVENARIA COMO INSTRUMENTO DE COMPATIBILIZAÇÃO E RACIONALIZAÇÃO DE PROJETOS

**Francielle Coelho dos Santos (1); Lilian Cristine Witicovski (2); Tatiana Gondim do
Amaral (3); Sergio Scheer (4)**

- (1) Mestranda em Geotecnia e Construção Civil – Escola de Engenharia Civil – Universidade Federal de Goiás, Goiânia/GO – e-mail: franciellecoelho2@hotmail.com
(2) Mestranda em Construção Civil – Departamento de Civil, Setor de Tecnologia – Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR – e-mail: liliwiticovski@gmail.com
(3) Prof^a. Dr.^a em Engenharia Civil, Escola de Engenharia Civil – Universidade Federal de Goiás – Goiânia/GO – Brasil e-mail: tatiana_amaral@hotmail.com
(4) Prof. Dr^o em Engenharia Civil - Departamento de Civil, Setor de Tecnologia – Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR – e-mail: scheer@ufpr.br

RESUMO

Pretende-se pela implementação do projeto de alvenaria, propiciar um instrumento de compatibilização e racionalização, para garantir a busca de melhorias no processo de projetos até a execução no canteiro de obras. Este trabalho busca realizar a análise da compatibilização de projetos, em um empreendimento de Goiânia, onde a verificação da compatibilização é focada no pavimento tipo. As análises dos estudos de caso são realizadas através dos projetos arquitetônico, estrutural, elétrico, hidrossanitário, de marcação da alvenaria e as elevações da alvenaria. A partir das melhores práticas de compatibilização do projeto e definição de modelo de referência para as empresas que atuam no sub-setor de construção civil, pode-se garantir a integração: concepção – projeto – execução. E para haja a interação do projeto de alvenaria existe a necessidade de que as etapas tenham um desenvolvimento integrado das atividades e dos principais agentes envolvidos para uma maior qualidade e desempenho do empreendimento. A análise da compatibilização propõe uma otimização dos recursos que deverão ser aplicados na fase inicial deste processo, em que as soluções podem ser mais eficazes e definidoras das etapas subsequentes, conforme observado nos resultados obtidos.

Palavras-chave: compatibilização, projetos, alvenaria, racionalização, otimização.

1 INTRODUÇÃO

É importante analisar como a produção e o processo contribui dentro do programa de gerenciamento de projetos como condição indissociável das etapas de projeto da empresa para uma otimização e racionalização construtiva. Na qual a implementação inclui ações simultâneas e os estudos de racionalização devem ser previstos e estudados na etapa de projetos, enquanto produto, afim de uma transição do estágio atual para a melhoria das próximas decisões de futuros empreendimentos. Melhado (1994), esquematiza na figura 1 a interligação da organização com a otimização de técnicas e métodos construtivos fechando um ciclo.

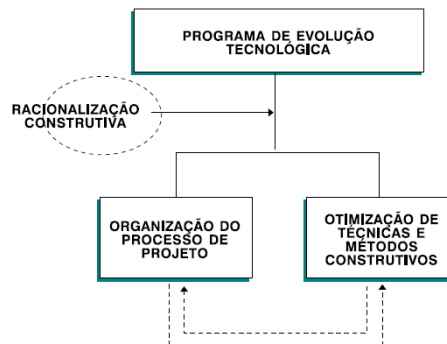


Figura 1 – A implementação da racionalização construtiva em um programa de evolução tecnológica envolvendo a organização do processo de projeto (MELHADO, 1994).

Segundo esse entendimento, o projeto não deve incluir apenas informações dirigidas às especificações do produto a ser construído, mas também eleger os meios estratégicos, físicos e tecnológicos necessários para executar o seu processo de construção, de modo a integrar projeto e construção dentro de uma visão holística, adotar prioritariamente em todas as etapas os dados provenientes das operações construtivas e considerar que a solução ótima é a de maior construtibilidade, sendo esta uma propriedade inerente ao projeto de um edifício ou de uma parte e que exprime a aptidão que este edifício (ou parte) tem de ser construído (SABBATINI *et al.*, 1989 *apud* SILVA, 2003)¹.

Melhado (1994) afirma, ainda, que o projeto devesse ser capaz de subsidiar as atividades de produção em canteiro com informações de alto nível e que não poderiam ser igualmente geradas no ambiente de obra; a partir de um bom projeto, tornar-se-ia possível elaborar um planejamento e uma programação eficientes, assim como um programa efetivo de controle da qualidade para materiais e execução.

1.1 Compatibilização de projetos

O controle das interfaces pode ser considerado uma atividade gerencial, muitas vezes representada pela função do coordenador de projetos; trata além das atividades de coordenação e compatibilização entre os projetos das diferentes especialidades, também da relação dos projetos com as demais fases do empreendimento, e com os seus respectivos agentes (BERTEZINI, 2006). Melhado (2005), Na figura 2, estrutura as inter-relações de uma equipe dentro do empreendimento.

No entanto, à importante função de equacionamento das interferências e proposição de técnicas e processos construtivos racionalizados, somam-se outros relevantes benefícios advindos de sua utilização: induz à racionalização de todos os demais subsistemas que lhe fazem interface: propicia a implantação e divulgação de tecnologias racionalizadas ou de inovações tecnológicas e contribui para a qualificação da mão de obra envolvida (SILVA, 2003). Segundo Oliveira (2004) o projeto deve ser analisado criticamente por todos os que participam de sua execução e validado em relação aos clientes

¹ SABBATINI, F. H. *et al.*, **Metodologia para controle da qualidade e procedimentos para caracterização dos componentes da alvenaria**. São Paulo, EPUSP-PCC, 1989 (PROJETO EP/EM-1, Documento 1B: 20.014, 98p).

e/ou contratantes, de forma que se garanta sua coerência com as metas propostas e com o processo de produção subsequente (construção). Tais relações são representadas simplificadaamente na figura 3.

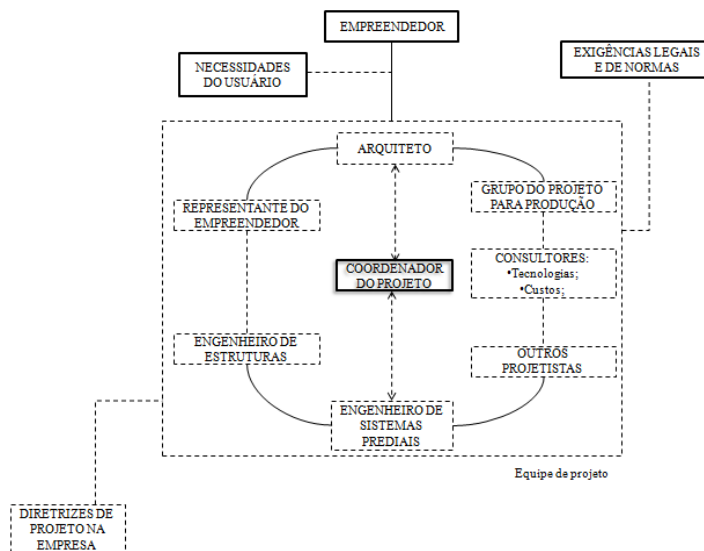


Figura 2 – Proposta de estruturação para a equipe multidisciplinar envolvida no desenvolvimento do projeto (adaptado de MELHADO, 2005).

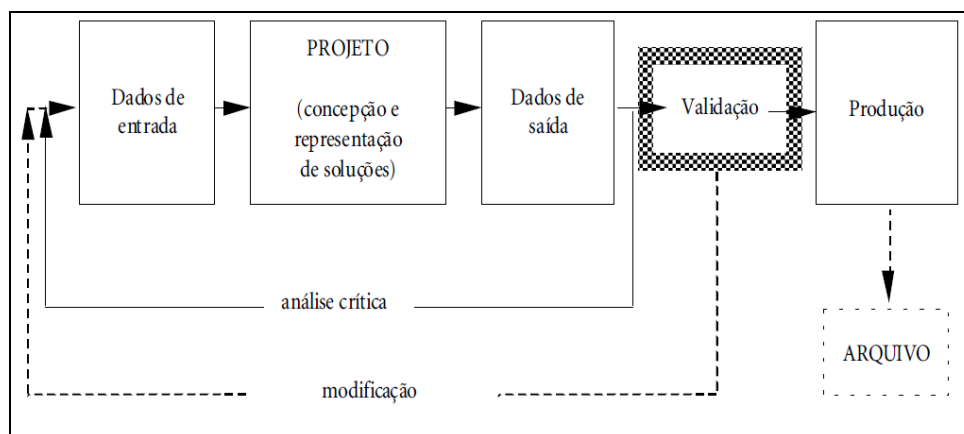


Figura 3 – Controle de qualidade nas etapas de projeto (MELHADO, 1994).

1.2 Adoção do projeto de alvenaria

O projeto de vedação vertical é peça fundamental para implantação das tecnologias construtivas racionalizadas, para a produção desta etapa dos serviços, preferencialmente deve ser desenvolvido de forma simultânea ao detalhamento do projeto executivo, permitindo assim uma coordenação das informações e das soluções técnicas a serem adotadas (LORDSLEEM Jr., 2000; FRANCO, 1998 *apud* SILVA *et al.*, 2002²; PEÑA; FRANCO, 2004). A racionalização da produção vertical, por sua vez é fundamental para a racionalização de todos os demais subsistemas que compõem o edifício, propiciando diminuição de desperdícios e economia de materiais e mão de obra, proporcionando o aumento da produtividade das atividades.

² FRANCO, L. S. **O projeto das vedações verticais: características e a importância para a racionalização do processo de produção.** In: Seminário Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios: Vedações Verticais (1º : 1998 : São Paulo) Anais; Ed. Por F. H. Sabbatini, M. M. S. B. de Barros, J. S. Medeiros. São Paulo, EPUSP/PCC, 1998.

A adoção de projeto para produção de alvenaria funciona, portanto, no primeiro momento, como instrumento de compatibilização e de coordenação não só entre projetos arquitetônico e complementares e demais documentos de obra, mas também como elemento de integração entre a fase de concepção e a de produção, ao buscar incorporar soluções construtivas consoantes com a realidade dos canteiros (SILVA, 2003). Por meio da compatibilização e análise crítica das interfaces envolvidas, é possível racionalizar a produção e melhorar o desempenho do edifício como um todo.

Este projeto traz incorporada uma síntese dos demais projetos do empreendimento, já compatibilizados, em uma linguagem técnica voltada para a gestão racionalizada da produção, estabelecendo uma interface única entre todos os agentes envolvidos (PEÑA; FRANCO, 2004).

Franco (1998 *apud* SILVA *et al.*, 2002), afirma que o projeto de vedação vertical é peça fundamental para implantação das tecnologias construtivas racionalizadas para a produção desta etapa dos serviços, preferencialmente deve ser desenvolvido de forma simultânea ao detalhamento do projeto executivo (LORDSLEEM Jr., 2000). A racionalização da produção vertical, por sua vez é fundamental para a racionalização de todos os demais subsistemas que compõem o edifício, propiciando diminuição de desperdícios e economia de materiais e mão de obra, proporcionando o aumento da produtividade das atividades.

Tendo em vista a importância estratégica dos serviços de execução das alvenarias pela grande influência que exerce na execução de vários outros serviços, a introdução dos projetos voltados à sua produção, como forma de introdução dos conceitos e procedimentos da racionalização construtiva, pode ser um passo decisivo para a organização das atividades de projeto e de produção de um edifício e, por consequência, para a evolução de suas técnicas, métodos e processos construtivos, refletindo diretamente na estrutura organizacional da empresa como um todo.

Para Silva (2003), o projeto para a produção das alvenarias de vedação, tem-se revelado um eficiente instrumento de coordenação das disciplinas de projeto, de compatibilização das informações técnicas oriundas das várias fontes intervenientes em empreendimentos que estão aplicando os projetos de alvenaria em toda a sua extensão, e de integração das atividades de planejamento, projeto e produção, uma vez que conduz, sistematicamente, a observação do projetista para todos os pontos onde é freqüente o aparecimento de conflitos, incorreções ou dificuldades executivas.

Entretanto, pensar em projeto de alvenaria de vedação hoje, além de passar por explorações vinculadas a atender às necessidades e requisitos da obra e a adaptação do usuário (pedreiro), muitas vezes excedendo suas expectativas, também deve contemplar os aspectos relativos a prazos, custos, racionalização construtiva, construtibilidade e introdução de novas tecnologias.

Silva (2003) constatou que a adoção do projeto para a produção das alvenarias de vedação tem contribuído para formar profissionais mais qualificados e conscientes de suas funções, além de, em muitos casos, iniciá-los na compreensão da linguagem técnica adotada nos projetos de obra. Além do aumento da produtividade e redução de desperdícios, o executor é valorizado profissionalmente e reconhecido como peça fundamental para a garantia da qualidade do processo e do produto.

2 OBJETIVO

Este trabalho busca facilitar a verificação de incompatibilidades funcionais e físicas dos elementos construtivos, detectarem pontos de conflito, por meio da utilização do projeto de alvenaria de vedação como instrumento de compatibilização de projetos, e propor soluções para alcançar a conformidade e tornar compatíveis os elementos construtivos nos diferentes projetos analisados. As análises dos estudos de caso foram realizados em um empreendimento de Goiânia, o estudo compreende em verificar a compatibilização focada no pavimento tipo.

3 METODO

Para superposição dos projetos utilizou-se o método de Callegari e Barth (2007), ao utilizar o projeto arquitetônico como base, com os seguintes níveis de desenhos (*layers*) ativados: paredes, esquadrias,

equipamentos e projeções no formato eletrônico. Complementou-se com a utilização do projeto de alvenaria de vedação. Para cada projeto complementar utilizou-se sua planta específica, também no formato eletrônico, AutoCAD 2010. A compatibilização em estudo foi realizada apenas no apartamento tipo.

Os tópicos e os itens analisados para a compatibilização do projeto arquitetônico e projeto estrutural são verificados quanto à modulação dimensional; pilares e vigas, analisando seus alinhamentos com paredes e intersecções com esquadrias; dutos de ventilação vertical e horizontal; circulações verticais como elevador e escada. Para a verificação das incompatibilidades dos projetos arquitetônico, estrutural e elétrico são analisados o quadro de distribuição; pontos de iluminação, interruptores e tomadas conforme *layout*; *shafts*, posicionamento dos eletrodutos e caixas de passagem nas alvenarias. Para a verificação das incompatibilidades dos projetos arquitetônico, estrutural e hidrossanitário são analisados: posicionamento das prumadas e tubulações horizontais (água fria, água quente, esgoto, tubo de ventilação, pluvial) nas alvenarias, caixa de gordura; registros gerais e aparelhos/equipamentos. Para a verificação das incompatibilidades dos projetos arquitetônico, estrutural, alvenaria e ar-condicionado são analisados os dutos horizontais quanto ao piso, teto, pilares, paredes, vigas e esquadrias; evaporadores; condensadores externos e escape de água.

4 CARACTERÍSTICAS DO ESTUDO DE CASO

Esta pesquisa está fundamentada nas análises de projetos em uma edificação residencial multifamiliar na cidade de Goiânia no estado de Goiás. O estudo é chamado de “A”, preservando a identidade do empreendimento. O estudo de caso apresenta projeto arquitetônico e os projetos complementares executados por diferentes empresas. O projeto de alvenaria e o serviço de compatibilização foram executados por uma das autoras e é realizado pela empresa construtora em análise.

O estudo de caso A foi caracterizado por informações e documentos disponibilizados pelo departamento de projetos de uma empresa construtora de Goiânia.

O projeto em análise é de habitação coletiva com 22 pavimentos tipo e 3 opções de layout arquitetônico como mostrado na figura 4. Este conjunto residencial multifamiliar possui 20.724,21 m² de área total construída, composta por um bloco. Neste conjunto há 88 unidades habitacionais com 196 vagas de garagem. O terreno possui área de 2.167,60 m². No revestimento das fachadas foi utilizado reboco, placas cerâmicas e panos de vidro, com esquadrias externas em alumínio.

O pavimento tipo possui 447,93 m² de área total, sendo constituído por quatro apartamentos e dois elevadores, um núcleo de escada. As unidades habitacionais possuem 2 opções de plantas com áreas diferentes, sendo que a opção com sacada o projeto arquitetônico possui a flexibilidade de modificação de unidade contendo sala de estar/jantar, sacada, cozinha, lavanderia, banho de serviço, lavabo, três suítes.

A estrutura do edifício está formada por pilares e vigas de concreto armado. A maioria dos pilares e vigas possuem dimensões variadas. As lajes são maciças de concreto armado com espessuras que variam entre 9 cm e 12 cm.

O empreendimento possui reservatório inferior e reservatório superior para abastecimento de água. No pavimento tipo existe duas prumadas de abastecimento de água. Em cada uma existem dois hidrômetros individuais para cada apartamento. As tubulações horizontais estão localizadas no piso e nas partes com forro de gesso, localizadas no entre-forro.

5 ANÁLISE DA COMPATIBILIZAÇÃO DOS PROJETOS

O processo de projetos inicia-se com o projeto preliminar arquitetônico, logo em seguida, há um pré-lançamento do projeto estrutural com objetivos de aprovação junto aos órgãos responsáveis. Concluído e aprovado, o projeto legal arquitetônico é a referência para os demais projetos complementares (Hidrossanitário, elétrico, telefônico, ar condicionado, e demais detalhamentos) como mostrado na figura 5.



Figura 4 – Opções de layout do apartamento tipo (CONSTRUTORA “A”).

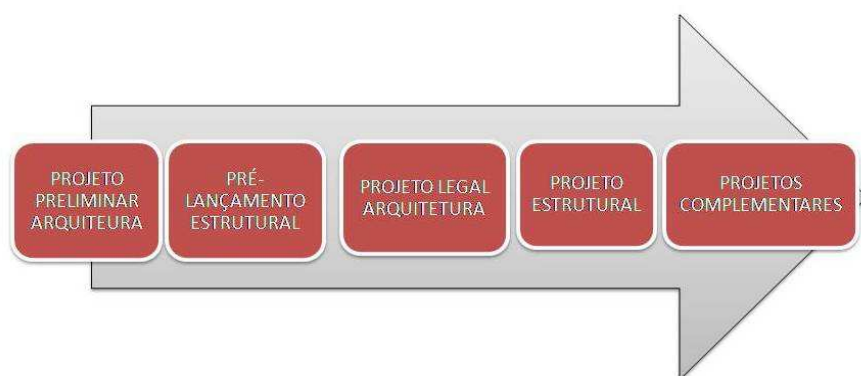


Figura 5 - Processo de projeto.

Na compatibilização dos projetos arquitetônico e estrutural, foram verificados os posicionamentos de pilares, vigas e alinhamento da junta de dilatação e das paredes. Dutos horizontais de ventilação mecânica, as escadas e os elevadores também foram verificados nesta etapa e estão compatíveis. Primeiramente faz-se a compatibilização entre as plantas baixas e verificou-se incompatibilidade na modulação dos projetos arquitetônicos e estrutural, como apresentado na figura 6, assim como nos alinhamentos de alguns pilares com paredes e da intersecção de pilares e vigas com esquadrias.

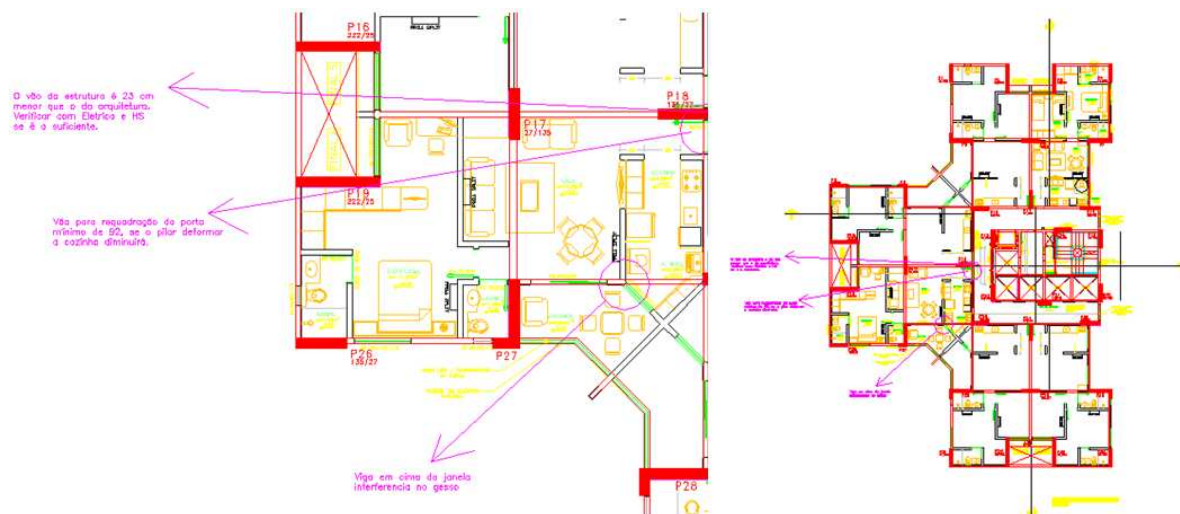


Figura 6 - Sobreposição de projetos TIPO X ESTRUTURA (CONSTRUTORA A).

A partir da planta de deslocamentos do prédio são definidas as espessuras das paredes de alvenaria, para elaboração da planta de marcação. Como o projeto de arquitetura não é refeito logo após a conclusão do projeto estrutural, as anotações e observações da compatibilização tipo x estrutura são evidenciadas no projeto de marcação da alvenaria de vedação, a figura 7 mostra a diferença entre parede e viga, além do pouco espaço destinado ao requadro de portas.

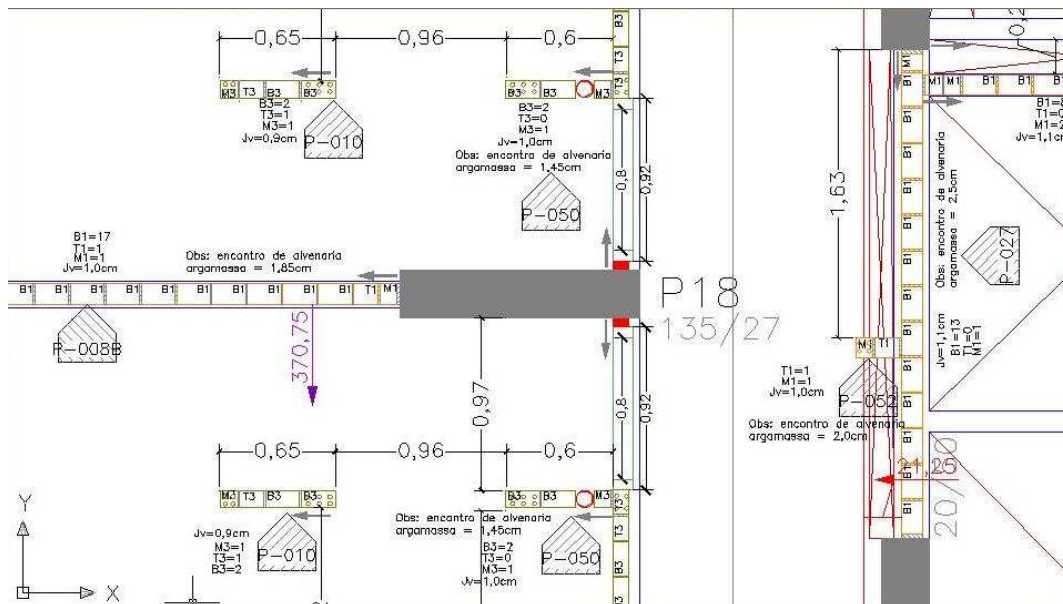


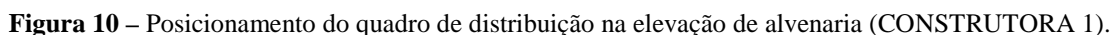
Figura 7 - Projeto de alvenaria (CONSTRUTORA A).

A dificuldade de fazer a compatibilização do projeto de alvenaria com o projeto de ar condicionado é que geralmente ele é contratado quando o projeto de alvenaria de vedação já está pronto, gerando um retrabalho no processo de projeto de alvenaria. Ao compatibilizar o projeto de ar condicionado com o projeto de alvenaria de vedação, figura 8, seria necessário passar seis tubos da rede frigorígena em uma parede com espessura de 9 cm, o que reduziria a resistência dessa parede, para esta situação foram adotados blocos de concreto no qual a tubulação passaria no furo do bloco.



Figura 8 – Projeto de alvenaria e projeto de ar condicionado (CONSTRUTORA 1).

Ao analisar os projetos arquitetônico, estrutural, alvenaria e elétrico, as interferências geométricas e funcionais através dos elementos conflitantes. Nesta análise percebeu-se a ausência de *shafts*, pois estes poderiam auxiliar na manutenção das prumadas, conforme mostrado na figura 9 e 10. Foi observado também que devido o curto espaço para requadração da porta foi necessário reduzir a espessura da parede de 11,5 cm para 9 cm, nessa parede foi prevista passagem de tubulação elétrica e



O projeto hidrossanitário foi elaborado utilizando a planta de marcação da alvenaria de vedação, destacando a importância de haver um projeto executivo para se adequar à realidade da obra. Ao compatibilizar os projetos arquitetônicos, estrutural, alvenaria, hidrossanitário, foi necessário localizar uma prumada de água fora da alvenaria para garantir a ligação com a estrutura, para isso foi previsto um *shaft* entre a alvenaria e o pilar (figura 11).

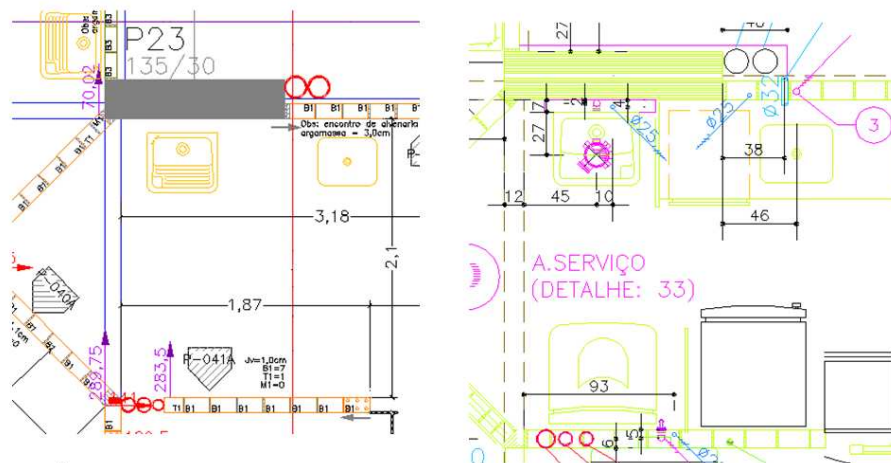


Figura 11 - Projeto de alvenaria e projeto hidrossanitário (CONSTRUTORA 1).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As incompatibilidades podem se manifestar nos projetos por meio da apresentação de conflitos geométricos e funcionais, como falhas de posicionamento de paredes, pilares e vigas entre outros elementos, a utilização do projeto de alvenaria de vedação para verificação das incompatibilidades além de servir como roteiro de averiguação, possibilita uma visão integrada dos conflitos podendo servir para a programação das soluções reparadoras.

Com o grande volume de informação necessária para a realização de um empreendimento da indústria da construção civil, é crescente demanda por processos mais racionais e de melhor desempenho. Dentro deste contexto são demandados novos sistemas ou novas abordagens para o processamento dessas informações. Dessa maneira, as etapas de projeto podem ser consideradas uma forma de conduzir de maneira sistêmica as decisões e restrições tecnológicas como papel estratégico. A identificação da necessidade de retroalimentação, de práticas de padronização dos procedimentos gera a repercussão e eficiência.

As fases iniciais de concepção e desenvolvimento de projetos representam os menores custos para o empreendimento, entretanto, as decisões tomadas nessas fases irão influenciar todas as fases subsequentes de produção e o ciclo de vida do edifício. Em busca da melhoria contínua e do melhor atendimento às necessidades e expectativas dos clientes, as organizações devem, não somente conhecer seus processos de projeto, mas também monitorar e avaliar seu desempenho.

Dessa maneira, a avaliação dos processos faz-se necessária, pois por meio dos métodos de avaliação torna-se possível medir o desempenho do processo de projeto e avaliar a eficácia das ações implementadas de melhoria. Portanto, o cronograma e a entrega de projetos por diversas empresas é importante e deve ser respeitada para que a verificação e análise exista antes da execução. Foi percebido no estudo A, que algumas incompatibilidades e problemas apresentados só foram detectados na fase de execução da obra. Assim, este processo somente seria retroalimentado na próxima obra da construtora em análise.

A garantia da qualidade do processo de projeto resulta, portanto, do trabalho conjunto de profissionais de diferentes especialidades, com diferentes experiências e técnicas, os quais participam do processo de projeto e atuam como clientes uns dos outros. As atividades podem ocorrer de maneira sequencial, paralela ou em interação dinâmica.

7 REFERÊNCIAS

BERTEZINI, A. L. **Métodos de avaliação do processo de projeto de arquitetura na construção de edifícios sob a ótica da gestão da qualidade**. São Paulo, 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

CALLEGARI, S.; BARTH, F. Análise comparativa da compatibilização de projetos em três estudos de caso. In: III Congresso Construção, Coimbra, Portugal. 2007. **Anais**. 2007. p 1 – 11.

LORDSLEEM Jr., A. C. **Execução e inspeção de alvenaria racionalizada**. São Paulo: O nome da rosa, 2000. (Coleção primeiros passos da qualidade no canteiro de obras).

MELHADO, S.B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. Escola Politécnica da USP, São Paulo, 1994. (Tese de Doutorado).

MELHADO, S.B. et al. **Coordenação de projetos de edificações**. São Paulo. O Nome da Rosa, 2005.

OLIVEIRA, O. J. Gestão do processo de projeto na construção de edifícios. **Integração**, São Paulo, 2004, n. 38, p 201-217. set. 2004.

PEÑA, D. M.; FRANCO, L. S. **Método para elaboração de projeto para produção de vedações verticais em alvenaria**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Universidade de São Paulo. São Paulo: EPUSP, 2004.

SILVA, M. M. A. **Diretrizes para projetos de alvenarias de vedação**. São Paulo, 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

SILVA, M. M. A.; BARROS, M. M. S. B.; SABBATINI, F. H. Banco de tecnologia construtiva para produção de alvenarias de vedação racionalizadas. In: IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Foz do Iguaçu, PR. 2002. **Anais**. 2002. p 1753-1762.

8 AGRADECIMENTOS

As autoras gostariam de agradecer a CAPES, incluindo a empresa CONSCIENTE (Sr. Carlos de Macedo e funcionários) e ao NUTEA-UFG.