



**FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS – FUPAC
FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE UBÁ
ENGENHARIA CIVIL**

PEDRO HEUGÊNIO TELES DE CARVALHO

**INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E HIDROSSANITÁRIAS EM ALVENARIA
ESTRUTURAL**

**UBÁ
2015**

PEDRO HEUGÊNIO TELES DE CARVALHO

**INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E HIDROSSANITÁRIAS EM ALVENARIA
ESTRUTURAL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de graduação em Engenharia Civil da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ubá como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Me. Iracema Mauro Batista.

**UBÁ
2015**

INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E HIDROSSANITÁRIAS EM ALVENARIA ESTRUTURAL

Resumo

O processo construtivo de alvenaria estrutural é muito empregado atualmente, por ter um efeito construtivo simplificado e um menor tempo de execução comparada com o processo construtivo em concreto armado. Este trabalho tem como objetivo descrever as etapas de elaboração de um projeto executivo de instalações elétricas e hidrossanitárias em um edifício que utiliza o processo construtivo de alvenaria estrutural, apresentando também os detalhes arquitetônicos que serão adotados e uma fazer breve comparação com o sistema construtivo de concreto armado. A melhor alternativa para uma correta execução das instalações é a elaboração de um projeto executivo, acompanhado de um memorial descritivo detalhado da edificação, contendo todas as informações necessárias sobre a mesma, como localização de paredes hidráulicas, quadros de energia e a identificação dos blocos especiais escolhidos para passagem de tubulação. Os edifícios construídos em alvenaria estrutural possuem uma desvantagem para os construídos em concreto armado que é impossibilidade de se improvisar durante as instalações, pois os cortes nas paredes podem ocasionar em uma perda significativa de resistência. Por outro lado, o fato de as paredes não admitirem improvisos é a principal causa da eliminação do desperdício de material, o que implica em uma diminuição do custo final da obra.

Palavras-chave: Alvenaria Estrutural. Instalações Hidrossanitárias. Instalações Elétricas. Projeto Executivo.

ELETRICAL AND HYDRO-SANITARIES FACILITIES IN STRUCTURAL MASONRY

Abstract

The construction process of structural masonry is very currently employed by having a hand in simplified work and a shorter execution time compared to the construction process in reinforced concrete. This paper aims to describe the development stages of a detailed design of electrical and plumbing systems in a building that utilizes the constructive process of structural masonry, also featuring architectural details to be adopted and make brief comparison with the structural system of concrete armed. The best alternative to a correct implementation of the facility is the elaboration of an executive project, accompanied by a detailed specification of the building, containing all necessary information about it, such as location of hydraulic walls, energy management and the identification of special blocks chosen for piping passage. The buildings built in masonry have a downside to the built in reinforced concrete that is impossible to improvise during installations because the cuts in walls can result in a significant loss of strength. Moreover, the fact that the walls do not admit improvisation is the main cause elimination of material wastages, which implies a reduction of the final cost of the building.

Keywords: Structural Masonry. Hydro-Sanitarries Facilities. Electrical Facilities. Executive Project.

1 INTRODUÇÃO

Durante toda a evolução, o ser humano buscou aprimorar seus conhecimentos sobre as tecnologias da construção civil, desenvolvendo novos aparelhos e novas formas construtivas. Antes de existirem as formas de construir usadas atualmente, os construtores utilizavam métodos arcaicos, empilhando pedras e outros elementos encontrados na natureza. A forma encontrada pela maioria dos povos para construir edifícios foi empilhando blocos, fazendo uma estrutura autoportante, que é muito eficiente no que se refere a resistir os esforços causados pelo peso próprio.

Segundo Allen e Iano (2013), os povos da Mesopotâmia construíam templos e palácios de pedra e tijolos moldados *in loco* e secos ao sol. No terceiro milênio, os povos do Egito idealizaram o primeiro de seus templos em pedra. Nos séculos que antecederam o nascimento de Cristo, os povos da Grécia aperfeiçoaram seus templos feitos com calcário e mármore. O tempo passou e o controle do Ocidente foi tomado pelos romanos, que foram os primeiros a fazer uso em larga escala de arcos e tetos em formato de abóbodas, executados em alvenaria para a construção de seus templos, basílicas, termas, palácios e aquedutos.

Hoje em dia, uma das técnicas mais usadas na construção de edifícios residenciais é a alvenaria estrutural, que é erguida utilizando blocos de concreto ou blocos cerâmicos e que não têm a necessidade de pilares e vigas pelo fato de o peso próprio ser suportado pela alvenaria.

Este tipo de construção possui várias vantagens, como a rapidez na execução, diminuição do custo final da obra e técnica de executiva simplificada, o que facilita a busca por mão de obra qualificada.

Uma das complicações encontradas durante o processo de construção é a instalação das tubulações elétricas e hidrossanitárias. Isso ocorre pois não é permitido cortar a alvenaria durante a construção, devido à perda significativa de sua resistência causada por improvisos como cortes horizontais e diagonais.

A execução de uma construção deste tipo, necessita de um projeto melhor estudado e analisado pelos engenheiros, devendo-se utilizar blocos especialmente projetados para se instalar a tubulação e na grande maioria dos casos, são feitas algumas paredes em alvenaria convencional, geralmente nos banheiros e cozinhas, para serem realizados os cortes e a descida dos tubos de queda e ventilação,

também podem ser construídos vãos nas lajes, chamados de *shafts*, que têm a finalidade de servir de passagem para as tubulações. Além disso, os engenheiros e arquitetos devem ter uma boa relação e entrosamento para que haja equilíbrio entre arquitetura e facilidade na execução das instalações prediais, diminuindo os custos e garantindo maior segurança.

O objetivo deste trabalho é descrever as etapas de um projeto executivo de instalações elétricas e hidrossanitárias prediais em edifícios de alvenaria estrutural, apresentar os diferentes tipos de blocos, os detalhes arquitetônicos, a forma como são aplicados nas obras e fazer uma breve comparação entre as mesmas instalações executadas em edificações de concreto armado, destacando vantagens e desvantagens.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Evolução da Alvenaria Estrutural

Para Salgado (2014), alvenaria pode ser entendida como um subsistema do empreendimento formado por elementos que separam os ambientes internos, controlam a ação de atuantes indesejáveis, como animais, tempestades, poeiras, ruídos e quaisquer outros, dando suporte e abrigo para as instalações dos edifícios e proporcionam condições de habitabilidade às edificações. Outros elementos de vedação verticais podem ser as esquadrias, vidros e painéis de variados materiais como gesso e madeira.

Sabattini (2002) dizia que o Processo Construtivo de Alvenaria Estrutural (PCAE) foi introduzido no Brasil na década de 70 utilizando apenas a alvenaria armada e após anos de adaptação e desenvolvimento no nosso país, foi solidificado na década de 80, ganhando normatização consistente pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e até o presente momento, conta com várias publicações que normatizam todo o processo e os materiais utilizados.

Conforme Racanicchi (2001) com o aparecimento do aço e do concreto armado no início do século XX, ao lado dos novos materiais que permitiram a edificação de obras de maiores, o PCAE foi deixado de lado, passando a ser empregado apenas alvenarias de vedação. Apenas com o passar dos anos é que a alvenaria passou a ser usada novamente, com o surgimento de pesquisas em múltiplos países, deixando que fossem criadas normas e critérios de cálculos baseados em métodos racionalizados.

Segundo Accetti (1998) há acordo entre construtores que um empreendimento que utiliza o PCAE não-armada pode ficar mais econômico que o mesmo executado em estrutura convencional de concreto armado. Além disso, é necessário destacar que as alvenarias não-armadas possuem uma execução mais simplificada, pois não exige grauteamento. O grauteamento determina interrupção do trabalho de assentamento, sendo que o período utilizado para grautear é equivalente ao tempo necessário para erguer a parede. Outro empecilho decorrente do grauteamento é que ele prejudica a passagem das instalações elétricas e hidrossanitárias nos vazados dos blocos.

Sabattini (2002) destaca que no dimensionamento da alvenaria estrutural, da mesma forma que no dimensionamento de estruturas de concreto armado, aplicam-se modelos que simulam o desempenho físico do edifício e permitem deduzir a segurança das estruturas e o grau de risco de colapso estrutural. Também, como no caso dos edifícios de concreto armado, para que o grau de segurança estipulado seja alcançado, para a etapa de construção são estabelecidos padrões que regulamentam as características dos materiais estruturais, os processos e métodos construtivos e a metodologia de controle tecnológico a ser empregada.

O autor acrescenta, que no Brasil, estes princípios não são seguidos ou não são utilizados corretamente e milhares de edifícios têm sido construídos utilizando a alvenaria como único elemento estrutural, possuindo níveis de segurança absurdamente perigosos. As principais causas desta situação são projetos estruturais empíricos, uso de materiais inadequados ou sem nenhuma garantia de qualidade e métodos executivos incoerentes com os projetos.

Ensaio feitos por PRASAN *et al* apud HENDRY (1981) indicaram que cortes verticais executados em paredes estruturais tiveram pouca influência em sua resistência. Em outra ocasião, FISHER apud HENDRY (1981), também ensaiando paredes estruturais, concluiu que o decréscimo de resistência devido aos cortes verticais é maior nas paredes mais esbeltas. Enquanto não há ainda um comportamento bem claro da redução de resistência observada nos ensaios, os resultados indicam que os cortes podem reduzir a resistência da parede em torno de 20% ou mais (ACCETTI, 1998, p. 28).

Accetti (1998) recomenda que se evitem os cortes verticais utilizando blocos especiais para a passagem das tubulações e que se descontem no projeto estrutural as áreas em que foram instaladas as tomadas, assim como é feito nos quadros de distribuição, observando o inconveniente que esse decréscimo de área gera. Recomenda-se também, evitar improvisos como cortes horizontais e diagonais, estes mais perigosos, pois implicam a perda da seção transversal da alvenaria.

A grande dificuldade de passagem das tubulações em alvenaria estrutural são as instalações hidrossanitárias, pois possuem diâmetros maiores e podem proporcionar dificuldades futuras como vazamento ou qualquer outro que requeira manutenção. É muito importante salientar que aleatórias necessidades de cortes para realizar manutenção em caso de vazamento, poderão atingir a integridade das paredes e alterar sua função estrutural. Portanto, o projeto das instalações

hidrossanitárias deve prever o embutimento da forma mais racionalizada possível, (ACCETTI, 1998).

Para evitar imprevistos como cortes durante a etapa de instalações hidrossanitárias, cabe ao engenheiro projetista, em cooperatividade com os responsáveis pelo arquitetônico e estrutural, elaborar um projeto executivo que funcione como a união dos projetos envolvidos, a fim de garantir a segurança e a qualidade da obra.

A eficácia de um conjunto de projetos pode ser avaliada, confrontando-se estes projetos com o objeto final edificado. O bom projeto é aquele que permite que a obra seja executada seguindo-se fielmente aquilo que foi proposto pelos projetistas, no prazo estipulado pela programação, ao custo previsto pelo empreendedor e com a qualidade definida nos objetivos do mesmo e incorporada aos projetos pela equipe de projetistas (VIOLANI, 1992, p.243).

2.2 Projeto executivo

Para Salgado (2014) o projeto “é o principal elemento de trabalho de um profissional da construção”. É nele que as informações de execução estão inseridas, no objetivo de obter uma boa execução da obra seguindo o que foi idealizado, o responsável deve propor um plano contendo as etapas que irão ser construídas concomitantemente, como por exemplo as tubulações de água fria, que devem ser instaladas no momento em que estão sendo levantadas as fiadas da alvenaria, embutidas nos blocos hidráulicos ou nos furos dos blocos estruturais comuns, blocos estes que devem estar previstos no projeto executivo com as tubulações inseridas.

O projeto de alvenaria estrutural, pela sua importância no todo da edificação, é o desenho preciso de cada lâmina de parede que sustentará a edificação trabalhando em conjunto com outras em todos os sentidos e nas 3 direções ou coordenadas. É o projeto que substitui a estrutura de concreto formada por pilares e vigas. Além disso, é o projeto que determina os vãos modulares de janelas, portas e todas as demais interferências da edificação, como *shafts*, localização de instalações, espaços comuns no térreo, elevadores, posição de caixas d'água até vagas de garagem, tudo é dimensionado para a medida modular da alvenaria (TAUIL e NESE, 2010, p.30).

Camacho (1986) diz que no PCAE há uma forte interdependência entre os vários outros projetos que fazem parte de um empreendimento (arquitetônico, estrutural, instalações), pois a alvenaria, além da função estrutural, é também um

O projeto executivo para instalações prediais no PCAE, então, será justamente a integração de todos os projetos envolvidos no processo de construção do edifício, juntamente com os seus respectivos memoriais descritivos, que irão atuar em conjunto para promover uma melhor qualidade e segurança para a obra e para os futuros moradores, evitando empecilhos como espalhas nas paredes e improvisos que afetariam a estrutura.

2.3 Etapas de elaboração do projeto

Helena Junior (2012) defende que mais tradicionalmente, o projeto é formado em etapas, apresentando uma característica sequencial de elaboração, a qual vem sendo substituída por uma elaboração simultânea, que envolve uma equipe de profissionais e que vem gerando melhorias significativas na qualidade dos produtos finais.

O PCAE é o processo que mais necessita de cuidados durante a execução e planejamento, o tamanho dos cômodos deve ser perfeitamente calculado para que sejam colocados os blocos estruturais, pois não é permitida a instalação de blocos fracionados.

De acordo com Ramalho e Corrêa (2003) dentro desse aspecto, percebe-se que é de extrema importância que a largura e o comprimento sejam ou iguais ou múltiplos, de modo que efetivamente se possa ter um módulo único em planta. Se isso realmente acontecer, ocorrerá uma enorme simplificação na amarração das paredes, havendo um ganho significativo em termos da racionalização do sistema construtivo. Todavia, se não houver este módulo único, serão necessários utilizar-se unidades especiais para a correta amarração das paredes, o que pode trazer algumas consequências desagradáveis para o arranjo estrutural.

Segundo Helena Junior (2012) uma das condições para que uma edificação construída pelo PCAE seja executada de forma econômica e racional é a utilização desta modulação. Já que os blocos não devem ser cortados, se as dimensões do edifício não forem moduladas, os enchimentos resultantes certamente levarão as paredes a trabalhar isoladamente, o que penalizará em demasia a economia do conjunto e a racionalização da obra.

Pode-se dizer então, que modular um arranjo arquitetônico, assim como modular as paredes deste projeto, significa elaborar suas dimensões em planta e

também o pé direito com base nas dimensões das unidades, com a função de evitar os cortes e reduzir drasticamente as perdas de eficiência da alvenaria.

2.3.1 Integração de projetos

Segundo Albuquerque (2012) um projeto de construção normalmente é elaborado por mais de um profissional. Comumente a concepção do mesmo é de responsabilidade de um arquiteto e, após, outros profissionais fazem o projeto estrutural e os demais complementares como elétrico e hidrossanitário. Até muito recentemente estes projetos eram feitos de forma desarmônica e a resolução dos conflitos era deixada para o momento da execução da obra. De certa forma, isto continua acontecendo em boa parte das construções.

O primeiro passo para elaborar o projeto executivo de instalações prediais é fazer a integração entre os demais projetos, este procedimento serve para verificar se os locais escolhidos para descida de tubulação ou divisão dos ramais não irão prejudicar na arquitetura ou na segurança da estrutura.

Para Albuquerque (2012) o projetista deve sempre ter a apreensão e a iniciativa de promover a integração de todos os projetos relacionados ao edifício, criando soluções para a coexistência harmônica da arquitetura e da estrutura, pois muito se fala, mas até os dias atuais isso não tem acontecido segundo diversos autores.

Camacho (1986) salienta que a coordenação de projetos é a atividade em que o responsável pelo projeto executivo deverá identificar as interferências e as inconsistências entre todos os projetos que fazem parte do projeto executivo geral, resolvendo conflitos de modo que não ocorram mudanças na fase de execução da obra.

Segundo Violani (1992) os projetos executivos das instalações prediais, além das plantas detalhadas da edificação, devem conter um memorial descritivo das instalações, memorial de especificação de materiais e serviços utilizados, e tendo sido acordado entre empreendedor e projetistas o levantamento quantitativo minudenciado de materiais.

2.3.3 Formulação dos projetos de instalações

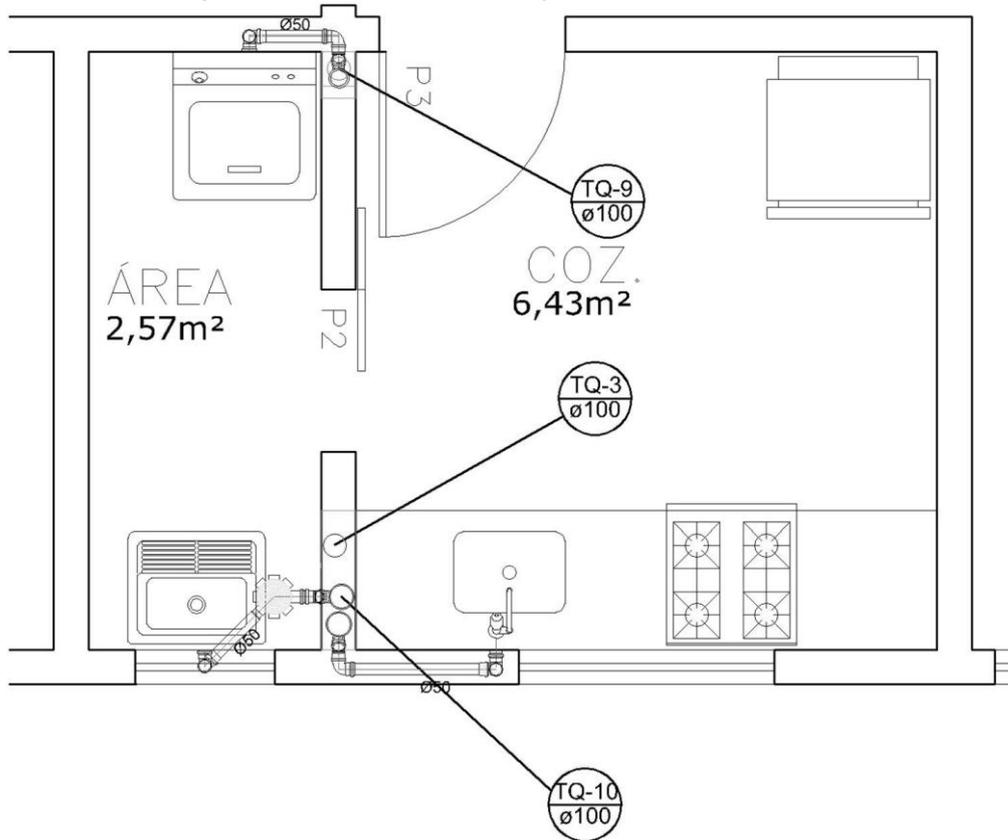
Violani (1992) diz que cabe aos projetistas a responsabilidade de formalizar o edifício por meio de plantas e documentos auxiliares, tendo como base os objetivos do empreendedor. Cita que os projetos de instalações devem ser elaborados por profissionais que conheçam plenamente as características do PCAE e cujas experiências atendam às necessidades do projeto.

Segundo Creder (2006) na elaboração dos projetos de instalações hidrossanitárias prediais, o projetista deve estudar a interdependência das diversas partes do conjunto, tendo em vista o abastecimento nos diversos pontos de consumo dentro da melhor técnica e economia.

Já o projeto de instalações elétricas, segundo Niskier e Mancintyre (2008), deve ser claro, completo e ter o compartimento de medição aprovado pela concessionária local. O autor do projeto deve procurar ter conhecimento sobre as normas atuais e regulamentos pertinentes ao fornecimento de energia elétrica da concessionária na região em que a edificação venha a ser construída.

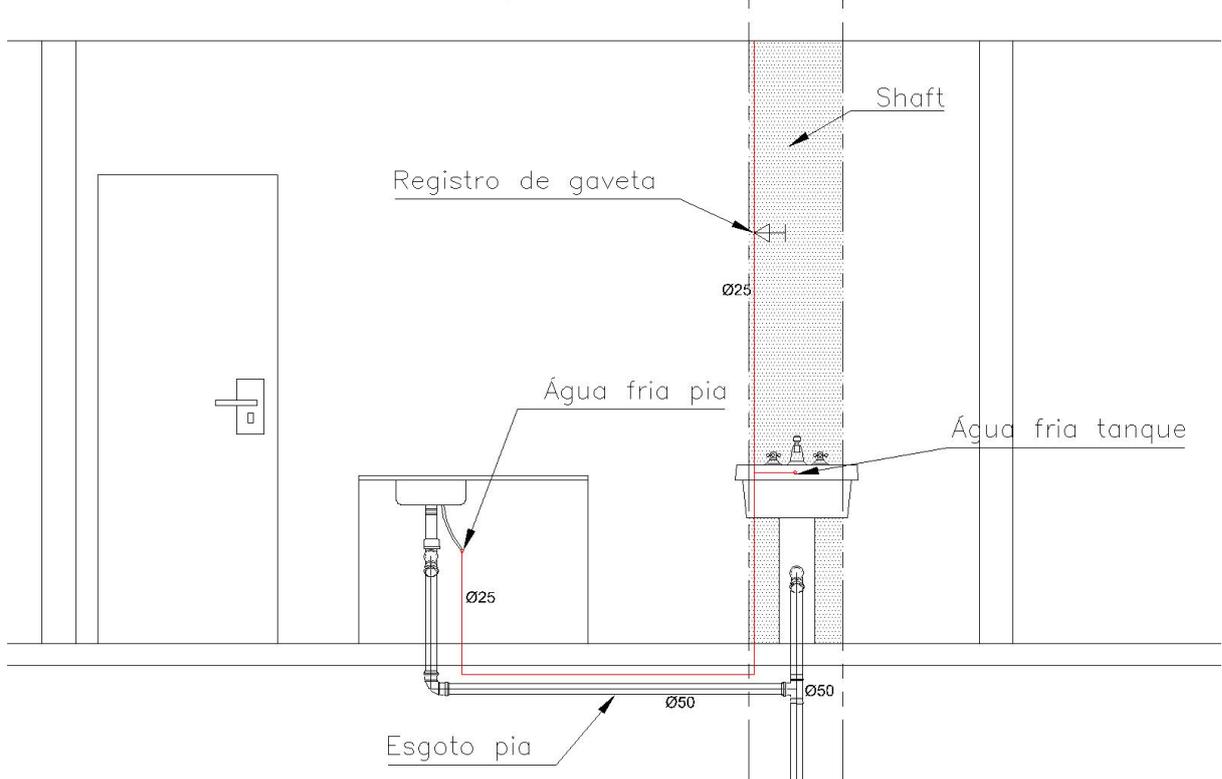
De acordo com Violani (1992) o produto final do projeto de instalações hidrossanitárias deve conter a planta geral de situação, plantas dos pavimentos e da cobertura em escala, vistas das paredes que contêm descida de tubulações com posicionamento de ramal de água fria, esgoto e posicionamento dos *shafts*, detalhamento do barrilete e dos reservatórios, conforme FIG. 3 e FIG. 4. O produto final do projeto de instalações elétricas deve ser composto por planta de implantação, plantas dos pavimentos em escala e elevação de todas as paredes com instalações elétricas em escala com legenda para os diversos tipos de tubulação conforme FIG. 5 e FIG. 6.

FIGURA 2 - Projeto Hidrossanitário em planta



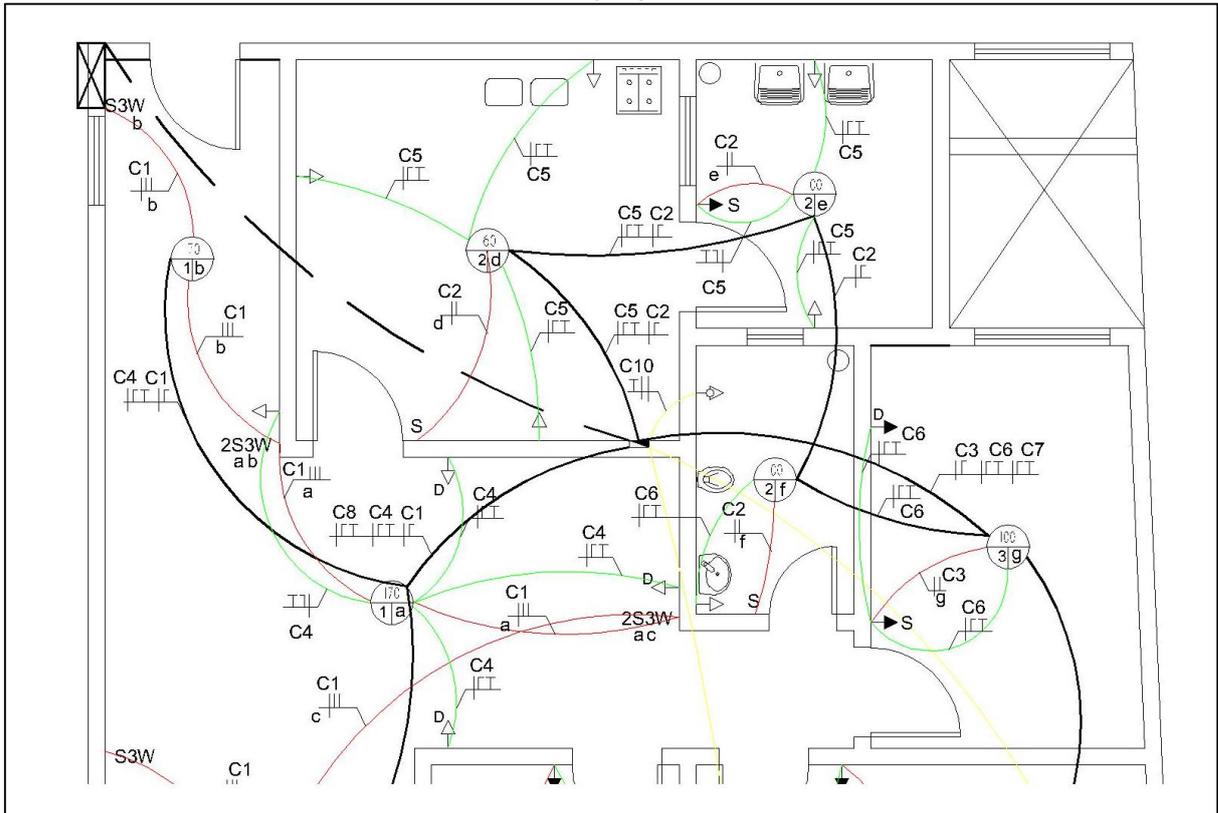
Fonte: PRÓPRIO AUTOR

FIGURA 3 - Vista frontal de instalações passando pelo shaft



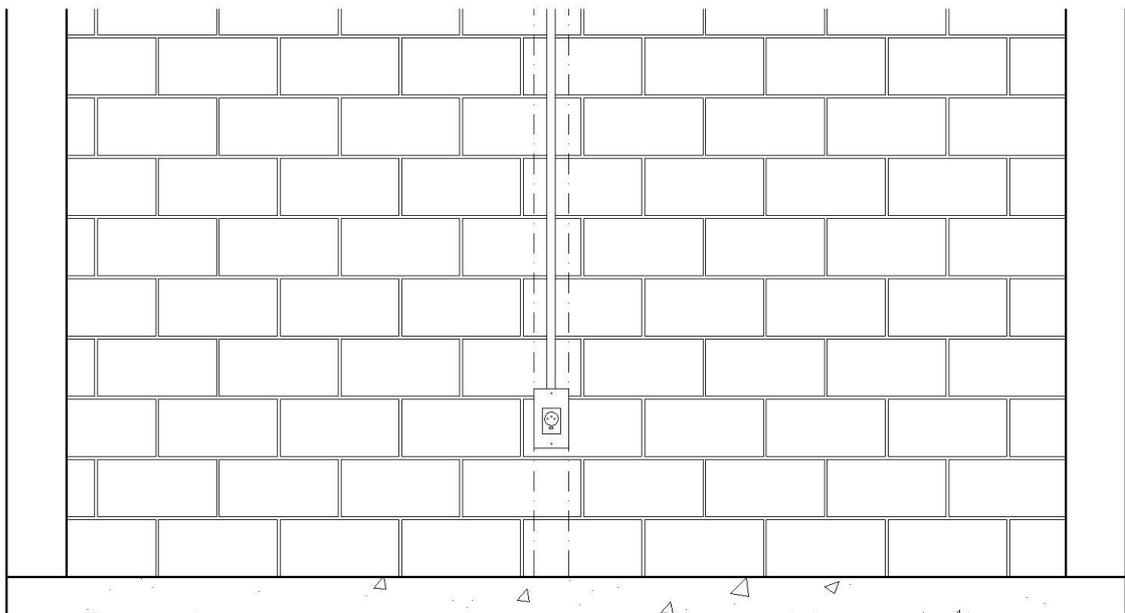
Fonte: PRÓPRIO AUTOR

FIGURA 4 - Detalhe dos circuitos em um projeto elétrico



Fonte: PRÓPRIO AUTOR

FIGURA 5 - Detalhe em vista do eletroduto passando entre os furos dos blocos da alvenaria



Fonte: PRÓPRIO AUTOR

2.3.2 Adoção de detalhes arquitetônicos

A grande vantagem de sobrepor os projetos é poder indicar paredes específicas da edificação que irão funcionar como paredes hidráulicas, que não serão construídas em alvenaria estrutural e servirão para a passagem das tubulações.

2.3.2.1 Paredes hidráulicas

De acordo com Tauil e Nese (2010) os banheiros e cozinhas devem ser projetados o mais próximo possível, de maneira que as instalações sejam agrupadas, evitando a escolha de mais paredes hidráulicas, o que pode interferir na capacidade estrutural do conjunto de alvenarias.

Normalmente as tubulações que ficarem embutidas na parede hidráulica são as de alimentação aos pontos de consumo (chuveiro, torneiras, vasa sanitário de caixa acoplada e bidê) de diâmetro máximo 25 mm, as prumadas de alimentação devem preferencialmente ser posicionadas em "*shafts*", solução que será apresentada mais adiante. A sequência de execução de uma parede hidráulica seria então a seguinte: durante a fase de elevação de alvenaria, as paredes que receberão instalações hidráulicas serão construídas com blocos hidráulicos como sendo uma parede estrutural, após curada a argamassa de assentamento a equipe de instalação hidráulica procederá os rasgos e as embutiduras das tubulações, metais sanitários e a conexão dos ramais de alimentação às prumadas (embutidas em "*shafts*") (VIOLANI, 1992, p.245),

2.3.2.2 *Shafts*

Segundo Tauil e Nese (2010) a melhor alternativa para as instalações hidrossanitárias e elétricas, tanto do ponto de vista construtivo quanto estrutural, é o uso de *shafts*. Mas deve-se estar atento à sua posição e dimensão. Eles podem ser fechados com painéis pré-fabricados, parafusados à parede, permitindo a remoção fácil em caso de verificação e manutenção.

Accetti (1998) diz que outro motivo para o uso dessas duas opções citadas é a redução de tempo que elas proporcionam, em função de que, tanto a parede hidráulica como o *shaft* hidráulico são executados em conjunto com o levantamento das fiadas das demais paredes de alvenaria.

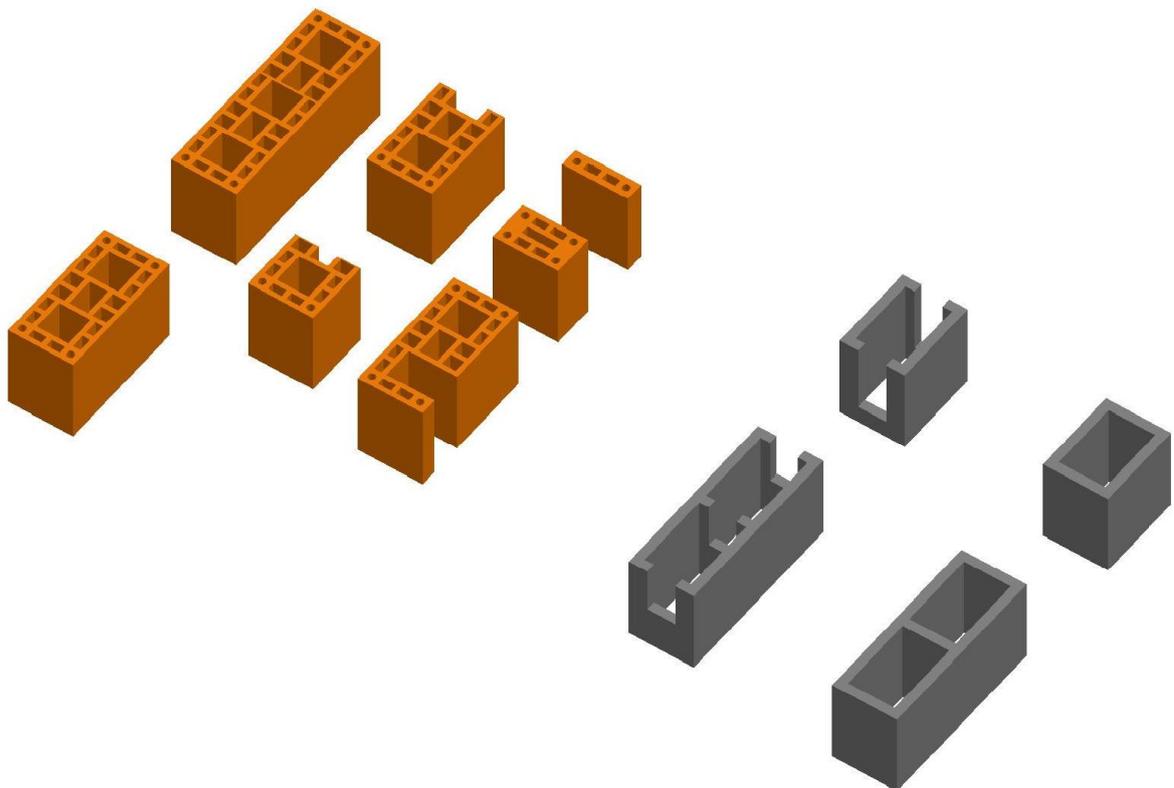
2.3.2.3 Blocos especiais

De acordo com a NBR 7171 (ABNT, 1992) os blocos estruturais são classificados em comuns e especiais, sendo que os especiais podem ser fabricados com dimensões acordadas entre fabricante e consumidor, desde que se respeite as especificações contidas na norma.

No mercado nacional, várias famílias de blocos estruturais de concreto e cerâmicos são produzidos num formato padrão, facilitando para os projetistas a adoção daqueles que se encaixam melhor em cada tipo de instalação. (FIG. 2)

Segundo Rauber (2005) a não adoção dos blocos especiais acontece em função do alto custo e da dificuldade de encontrá-los, sendo empregadas as outras formas de instalação, como a passagem por *shafts*.

FIGURA 6 - Exemplos de famílias de blocos de concreto e cerâmicos



Fonte: PRÓPRIO AUTOR

2.3.4 Apresentação do projeto

Peña e Franco (2006) definem que a entrega final e completa do projeto deve ser agendada com a equipe de produção que irá executar a obra, formada por engenheiros de execução, pedreiros e serventes. No caso de a empresa construtora possuir procedimentos formalizados de entrega que forcem a efetuar a entrega para algum setor específico, o projetista deve promover uma reunião com a equipe de produção para expor o projeto e explicar as dúvidas que aparecerem.

Segundo Peña e Franco (2006) nem todos os escritórios de projeto têm a apreensão de acompanhar as etapas de execução do projeto e obter informações para melhorias do mesmo. E os escritórios que proporcionam e até mesmo insistem neste serviço nem sempre conseguem exercê-lo, devido a problemas de relacionamento das construtoras com visitantes nas obras ou até mesmo de falta de interesse dos trabalhadores.

2.4 Execução das instalações

As instalações prediais em edifícios de alvenaria estrutural serão feitas simultaneamente com quase todas as outras etapas construtivas, cabe ao construtor estar atento aos detalhes e sempre com o projeto executivo em mãos, para evitar transtornos e falhas que podem prejudicar o andamento da obra.

Richter (2007) diz que durante a elevação da alvenaria, deve-se indicar a posição dos blocos especiais e os locais de descida dos ramais de luz e água conforme a FIG. 7 e FIG. 8. Devem ser mostradas também as posições dos quadros de distribuição elétrica, abertura de portas, janelas, localizando vergas e contravergas. O autor também descreve que durante a execução da alvenaria, devem-se instalar os blocos que abrigarão as caixas de tomadas e interruptores.

FIGURA 7 - Primeira fiada da alvenaria e o acompanhamento das instalações



Fonte: NESE.COM.BR¹

FIGURA 8 - Acompanhamento das instalações durante a elevação da alvenaria



Fonte: CONSTRUFACILRJ.COM.BR²

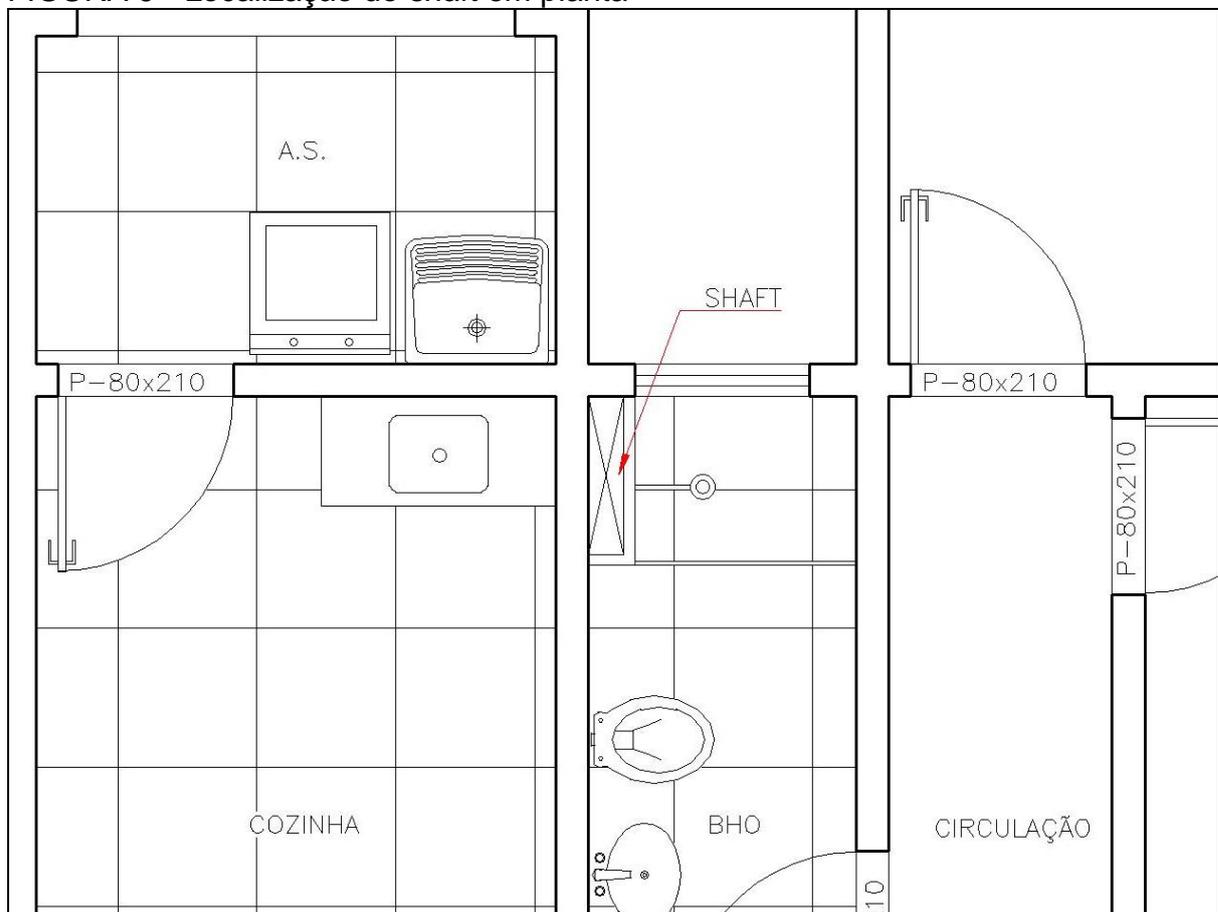
¹ Disponível em: <<http://nese.com.br/fotos/alvenaria/13.jpg>>. Acesso em: 15 out. 2015.

² Disponível em: <<http://construfacilrj.com.br/wp-content/uploads/2013/07/alvenaria-estrutural.jpg>>. Acesso em: 15 out. 2015.

2.4.1 Instalações hidrossanitárias

Sabbatini (2002) frisa que as prumadas hidrossanitárias devem estar, preferencialmente embutidas em *shafts* verticais conforme a FIG. 9, especificamente projetados para esta intenção. Nas paredes de vedação admite-se o embutimento de prumadas, devendo, no entanto, serem previstos detalhes construtivos em projeto que evitem aberturas nos revestimentos. As prumadas de gás, quando embutidas, devem, ou estar posicionadas em paredes de vedação, ou em enchimentos externos às paredes estruturais.

FIGURA 9 - Localização do *shaft* em planta

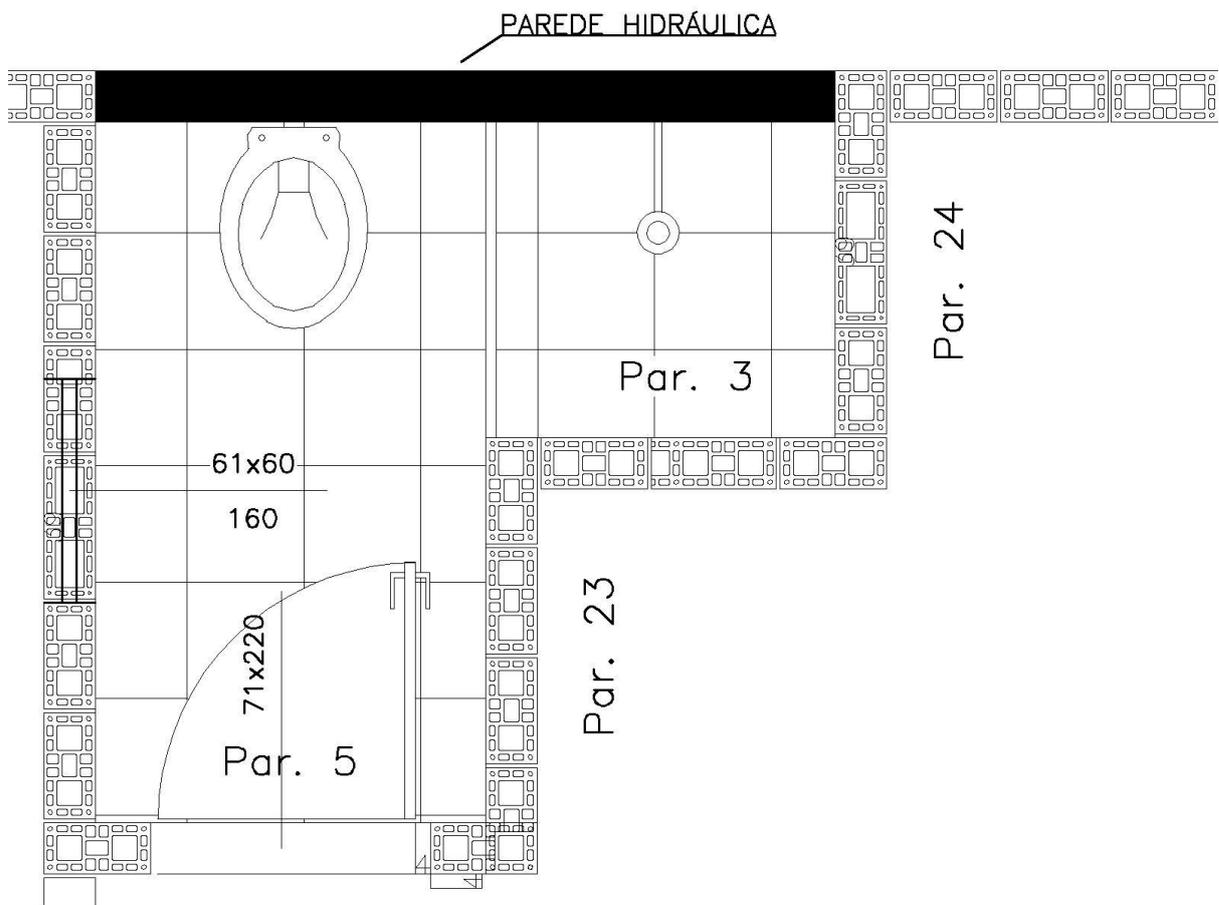


Fonte: PRÓPRIO AUTOR

Segundo Sabbatini (2002) os ramais das instalações hidrossanitárias quando embutidos em paredes devem estar posicionados em paredes hidráulicas (FIG.10), ou em enchimentos exteriores às paredes estruturais. Admitem-se cortes em paredes para embutimento de pequenos trechos de ramais desde que respeitados os limites de comprimento e profundidade que são respectivamente a

quinta parte do comprimento da parede e três centímetros, para os cortes horizontais e um terço do pé direito e três centímetros para os cortes verticais. Admite-se, ainda, o embutimento de pequenos trechos verticais de ramais de esgoto de pias nos vazados dos blocos, quando forem executados concomitantemente com a elevação da alvenaria.

FIGURA 10 - Localização da parede hidráulica



Fonte: PRÓPRIO AUTOR

Violani (1992) diz que quanto ao posicionamento das tubulações de esgoto primário, que se compõe por tubo de queda e coluna de ventilação, devem estar se possível dentro dos *shafts* ou em enchimentos exteriores. A tubulação de esgoto secundário, composta por ramais de descarga que recebem os afluentes dos aparelhos sanitários e conduzem ao ralo sifonado, deve se possível atravancar a laje de piso e fazer as conexões na face inferior da laje e acima de um forro falso, segundo mostra a FIG. 11. Do projeto de instalações sanitárias deverá constar o

detalhamento da laje indicando a posição e o diâmetro das tubulações e dos furos de passagem.

FIGURA 11 - Tubulação de esgoto instalada sob a laje



Fonte: CONSTRUCAOMERCADO.PINI.COM.BR³

2.4.2 Instalações elétricas

Segundo Sabbatini (2002) as instalações elétricas devem ser todas passadas através de dutos, com conduítes embutidos nas paredes de alvenaria, nos vazados dos blocos. A repartição horizontal dos eletrodutos poderá ser feita ou por embutimento nas lajes ou por embutimento em forros falsos (FIG.12). Se por acaso houver embutimento nas paredes estruturais, este deverá ser feito concomitantemente com a elevação das alvenarias, devendo o posicionamento dos conduítes estar constando no projeto de execução. O corte de paredes para realizar o embutimento de pequenos trechos pode ser admitido, desde que, sejam respeitados os mesmos limites de comprimento e profundidade definidos para as instalações hidrossanitárias e se forem previstos em projeto.

³ Disponível em: <<http://www.urbanistica.com.br/UserFiles/Image/nov11/8.png>>. Acesso em: 15 out. 2015.

FIGURA 12 - Distribuição dos eletrodutos na laje



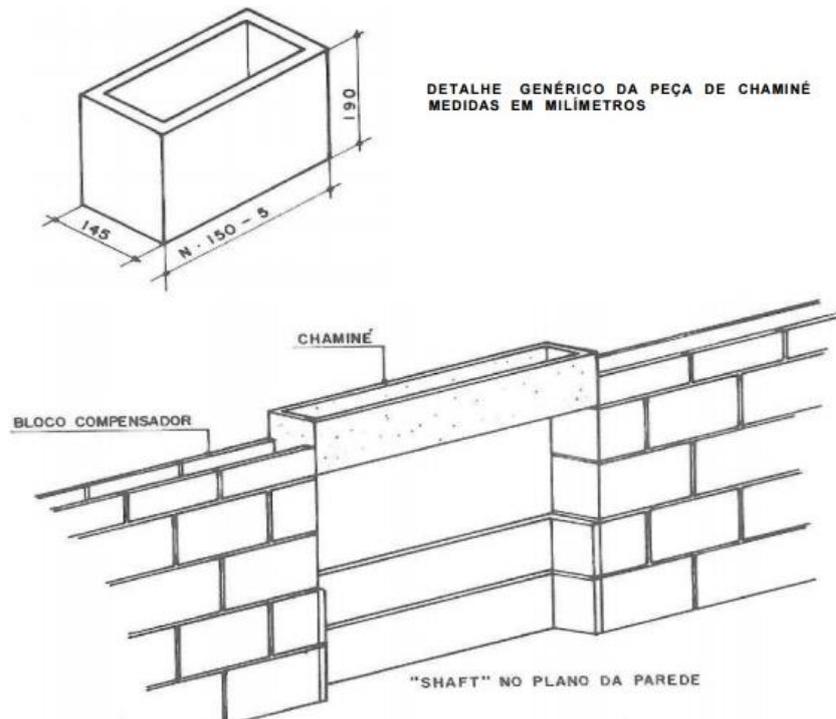
Fonte: CLAUDIAFERROARQUITETURA.COM⁴

Ainda segundo Sabbatini (2002) o embutimento de aparelhos de ar condicionado em prédios de alvenaria estrutural deve ser previsto em projeto, pois ele exige o posicionamento de verga e contraverga ou de um pré-moldado específico na parede para a transmissão da carga gerada pelo vão, durante a elevação da mesma e porque não se admite o corte posterior.

Violani (1992) diz que os eletrodutos, durante a instalação, irão precisar transpor as lajes e para isto deve ser utilizado um bloco denominado chaminé, mostrado na FIG. 13. Os quadros de distribuição e caixas de passagem de telefonia, devem ser dimensionados de modo a se alojarem nas dimensões modulares dos blocos.

⁴ Disponível em: <http://claudiaferroarquitetura.com/blog/wp-content/uploads/2015/04/20150401_082927.jpg>. Acesso em: 15 out. 2015.

FIGURA 13 - Bloco chaminé e sua aplicação



Fonte: VIOLANI (1992)

Violani (1992) diz ainda que os eletrodutos que vão até os interruptores são passados também através dos furos dos blocos e atingem a altura da caixa do interruptor. As tomadas serão todas alimentadas pelo piso, ou seja, durante a instalação da laje, o montador deixará um trecho de eletroduto com comprimento em torno de 30 centímetros subindo da laje para a parede. Após a concretagem da laje e após a desforma, o montador efetua os rasgos e chumbamentos das tomadas e interruptores, onde já estarão posicionadas as tomadas e interruptores. O mesmo procedimento é aplicado às instalações de antenas de televisores, interfonos e internet.

2.5 Comparação com as instalações em edifícios de concreto armado

De acordo com Accetti (1998) durante muitos anos a alvenaria estrutural não foi muito utilizada devido a muitos fatores, tais como: preconceito, maior domínio da tecnologia do concreto armado por parte de construtores e projetistas e pouca divulgação. Muitos projetistas são leigos no que se diz respeito ao PCAE e acabam optando pelo concreto armado. Isto também é influenciado pelo número reduzido de

publicações sobre o assunto em português, pois a maior parte da bibliografia é de outros países e voltadas as suas particularidades.

A elaboração do projeto de instalações elétricas e hidrossanitárias em edifícios de concreto armado é bastante simplificada, no ponto de vista executivo, comparada com a elaboração dos projetos que utilizam o PCAE. A maior vantagem do concreto armado é a possibilidade de corte da alvenaria e de improvisação na obra, pelo fato de a alvenaria ser apenas para vedação. Estas instalações também não necessitam de ser executadas no mesmo momento em que se levanta a alvenaria, diferente do PCAE. Entretanto, segundo Ramalho e Corrêa (2003) o fato de as paredes não admitirem intervenções posteriores significativas é uma importante causa da eliminação de desperdícios. Assim, o que poderia ser encarado como uma desvantagem, na verdade implica a virtual eliminação da possibilidade de improvisações, que elevam significativamente o preço de uma construção.

Conforme Ramalho e Corrêa (2003), dos itens apresentados, pode-se perceber que, em termos gerais, a principal vantagem da utilização da alvenaria estrutural reside numa maior racionalidade do sistema executivo, reduzindo-se o consumo de materiais e desperdícios que usualmente se verificam em obras de concreto armado convencional.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto executivo das instalações elétricas e hidrossanitárias de um edifício que utiliza o PCAE é um ponto de extrema importância para se obter um bom resultado, no que se refere a desempenho e facilidade na construção. Deve ser elaborado com cautela e utilizando da integração com os projetos arquitetônicos e estruturais.

Durante a etapa de construção, tanto os responsáveis técnicos quanto a construtora devem procurar fiscalizar o trabalho dos funcionários, observando se o projeto está sendo seguido fielmente, pois como se trata de uma edificação autoportante, qualquer erro na execução da alvenaria ou nas instalações pode gerar um grande problema estrutural, atrasando a obra e dando prejuízo aos investidores.

As instalações elétricas e hidrossanitárias nos edifícios de alvenaria estrutural exigem um estudo mais aprofundado do que as mesmas, executadas em edifícios de concreto armado. O memorial descritivo que será anexado ao projeto executivo deve detalhar rigorosamente todas as etapas de construção e instruir os pedreiros e mestres de obra a realizar o melhor trabalho possível.

Atualmente, a maior vantagem que o PCAE tem sobre o processo construtivo de concreto armado é a diminuição do desperdício de material e do tempo de construção. O processo também conta com uma diminuição dos cargos dentro do canteiro, como a exclusão de armadores e dobradores, porém a mão-de-obra deve ser qualificada e apta a fazer o uso dos instrumentos adequados para execução.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACCETTI, K. M. **Contribuições ao projeto estrutural de edifícios em alvenaria.** 1998. 247 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.

ALBUQUERQUE, V. M. **Determinação dos problemas e proposta para integração dos diversos setores da cadeia construtiva:** estudo de caso alvenaria estrutural. 2012. 143 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

ALLEN, Edward; IANO, Joseph. **Fundamentos da engenharia de edificações:** materiais e métodos. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 995 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7171.** Bloco cerâmico para alvenaria. Rio de Janeiro, 1992.

CAMACHO, J. S. **Alvenaria estrutural não-armada:** parâmetros básicos a serem considerados no projeto dos elementos resistentes. 1986. 180 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1986.

CREDER, Hélio. **Instalações hidráulicas e sanitárias.** 6.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006. 420 p.

HELENA JÚNIOR, Flávio. **Contribuição para o projeto de edifícios em alvenaria estrutural.** 2012. 98 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2012.

NISKIER, Julio; MACINTYRE, A. J. **Instalações elétricas.** 5.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008. 452 p.

PEÑA, M. D.; FRANCO, L. S. Método para elaboração de projetos para produção de vedações verticais em alvenaria. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v.1, n.1, p. 126-153, nov. 2006.

RACANICCHI, Roberto. **Automatização gráfica e de procedimentos básicos para projetos de edifícios de alvenaria estrutural de blocos.** 2001. 176 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2001.

RAMALHO, M. A.; CORRÊA, M. R. S. **Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural.** 1.ed. São Paulo: PINI, 2003. 169 p.

RAUBER, F. C. **Contribuições ao projeto arquitetônico de edifícios em alvenaria estrutural.** 2005. 96 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

RICHTER, C. **Qualidade da alvenaria estrutural em habitações de baixa renda:** uma análise de confiabilidade e da conformidade. 2007. 175 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

SABBATINI, F. H. **Alvenaria estrutural – Materiais, execução da estrutura e controle tecnológico**: requisitos e critérios mínimos a serem atendidos para solicitação de financiamento de edifícios em alvenaria estrutural junto à caixa econômica federal. Caixa Econômica Federal, Diretoria de Parcerias e Apoio ao Desenvolvimento Urbano. Março, 2003. 36 p.

SALGADO, Julio. **Técnicas e práticas construtivas para edificação**. 3.ed. São Paulo: Erica, 2014. 302 p.

TAUIL, C. A.; NESE, F. J. M. **Alvenaria estrutural**. 1.ed. São Paulo: PINI, 2010. 183 p.

VIOLANI, M.A.F. As instalações prediais no processo construtivo de alvenaria estrutural. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, Londrina, v. 13, n. 4, p. 242-255, dez. 1992.