

ANÁLISE DE COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DE UM EDIFÍCIO MULTIFAMILIAR EM ALVENARIA ESTRUTURAL EM PALMAS – TO.

George Matheus Rodrigues Teixeira¹, Gilson Marafiga Pedrosa²

¹Graduado em Engenharia Civil. Egresso do IFTO – Palmas. e-mail: <georgeteixeira1@gmail.com> ²Doutor em Engenharia Civil. Professor do IFTO – Palmas. e-mail: <gilson@ifto.edu.br>

Resumo: A cadeia produtiva da indústria da construção civil tem buscado a máxima otimização através da utilização de novas tecnologias e da redução de custos. Uma obra pode possuir uma grande quantidade de projetos, elaborados por diferentes profissionais, o que pode gerar conflito entre tais projetos. Para se evitar tais conflitos, utilizam-se técnicas de compatibilização, buscando tornar os projetos integrados, minimizando a necessidade de adaptações na execução e reduzindo os custos da obra. Diante desse contexto que buscou-se estudar a compatibilização de projetos do pavimento tipo de um edifício vertical multifamiliar em Alvenaria Estrutural em Palmas – TO, propondo então soluções para as interferências encontradas. A identificação dos conflitos se deu por meio de técnica de sobreposição de projetos, utilizando programa de desenho assistido por computador. Constataram-se interferências entre as interfaces em todos os projetos estudados, sendo tais interferências sinalizadas por meio de desenho e apresentados no corpo do trabalho. Após a apresentação das interferências, foram apresentadas propostas para corrigi-las. Por fim, constatou-se a importância da compatibilização de projetos e o impacto que a falta da mesma por causar numa obra, demandando uma série de adaptações que resultam numa elevação de custos. Este artigo é parte de TCC de um dos autores, como parte de requisitos para conclusão do curso de Engenharia Civil do *Campus* Palmas do IFTO, o qual tem pautado seus temas em resolução de problemas da cadeia produtiva.

Palavras-chave: alvenaria, análise, compatibilização, edifício, projetos

1 INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva da construção, geralmente, possui grande impacto na economia de um país, sendo responsável pela circulação de grandes montantes financeiros. Esse fato traz como consequência uma necessidade constante de autodesenvolvimento do setor, através de estudos, pesquisas e inovações, que buscam sempre novos meios de se atingir a máxima eficiência, diminuindo desperdícios e retrabalhos através da compatibilização e integração de projetos, buscando a execução correta das obras.

O conceito de compatibilização de projetos surge com o objetivo de mitigar problemas de conflito de interface, de forma que os mesmos sejam previstos ainda na fase de projeto do empreendimento, buscando evitar adaptações *in loco* que fujam dos projetos originais.

As obras em alvenaria estrutural possuem uma necessidade evidente no que tange à compatibilização de projetos. Uma vez que os painéis de alvenaria são elementos constituintes da própria estrutura, diferentemente da alvenaria de vedação presente nos sistemas convencionais, não se possibilita a quebras e rasgos nos painéis com a finalidade de embutir instalações ou de realizar adaptações. Mohamad, Machado e Jantsch (2017) afirmam que a prática de se rasgar paredes para a passagem de instalações é inconcebível em alvenaria estrutural, devendo tais práticas serem eliminadas.

Desse modo, devido à grande gama de projetos inerentes a uma obra de alvenaria estrutural, a necessidade de haver uma acurada compatibilização dos projetos e a necessidade de uma construção racionalizada e modular, a problemática da pesquisa está na necessidade de saber qual o impacto da compatibilização dos projetos numa obra de alvenaria estrutural.

Atualmente o meio profissional conta com softwares de modelagem 3D, interagindo com plataformas Building Information Modeling (BIM), tais como Autodesk Revit e Graphisoft ArchiCAD. Tal plataforma refere-se à uma metodologia de desenvolvimento de projetos, através de ferramentas, tecnologias e processos integrados, em que o todas as etapas do projeto são concebidas de forma colaborativa, permitindo diversas análises de conflito entre interfaces, além de possibilitar uma gestão físico-financeira com melhor acurácia.

Apesar de se ter uma convergência na literatura acerca da necessidade da compatibilização de projetos a fim de se verificar as interferências entre as interfaces de projetos, de acordo com Mikaldo Junior e Scheer (2008) não há um consenso a respeito do escopo da compatibilização, uma vez que os autores que estudam o tema citam diversos meios de fazê-la, como a sobreposição dos projetos em 2D através de ferramentas CAD, a integração de projetos modelados em 3D e a aplicação do método Análise do Modo e Efeito da Falha - FMEA.

2 METODOLOGIA

2.1 Sobreposição e Análise dos Projetos

Para fim de se ter uma leitura e um entendimento completo dos projetos, realizou-se o estudo minucioso dos mesmos, através da ferramenta Autodesk Autocad 2020 - Versão Estudante para a leitura dos projetos elaborados em CAD. Os projetos analisados foram os projetos de arquitetura, alvenaria estrutural, de instalações elétricas, e de instalações hidrossanitárias, referentes ao pavimento tipo.

Após uma análise detalhada e individual dos projetos foi realizada uma análise mais aprofundada e minuciosa. Apesar da existência da plataforma BIM que permite realizar tal análise instantaneamente, os projetos obtidos do objeto do estudo de caso foi elaborado fora de tal plataforma. Além disso, de acordo com o Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (2018), mais de 90% dos projetos são feitos fora de tal plataforma, o que faz de suma importância o estudo de empreendimentos cujos projetos foram desenvolvidos unicamente com ferramentas CAD 2D.

Desse modo. utilizando-se da técnica de sobreposição dos desenhos em 2D no ambiente CAD, buscando identificar de maneira prévia as interferências entre os mesmos. As sobreposições ocorreram baseadas no proposto por Giacomelli (2014), sendo apresentadas as sequências das mesmas na Figura

1. Após a sobreposição, foi realizada uma análise dos elementos conflitantes, destacando-os para que pudesse ser avaliado seu nível de interferência.

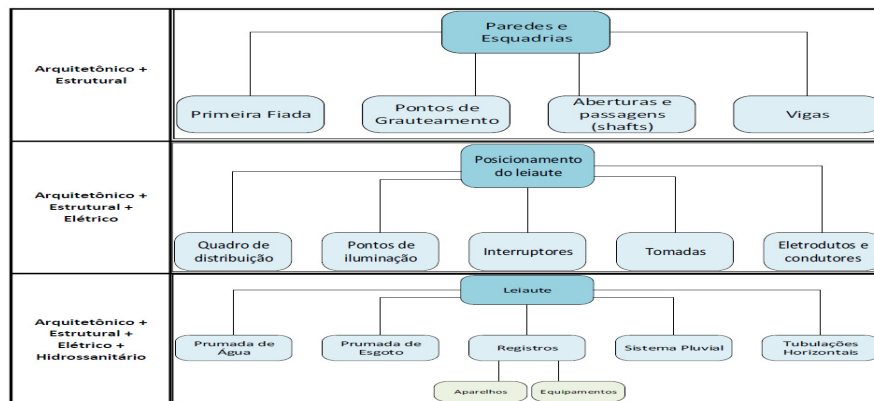


Figura 1 – Esquema sequencial de sobreposições de projetos.

Fonte: O autor.

2.2 Avaliação de compatibilidade e proposição de soluções

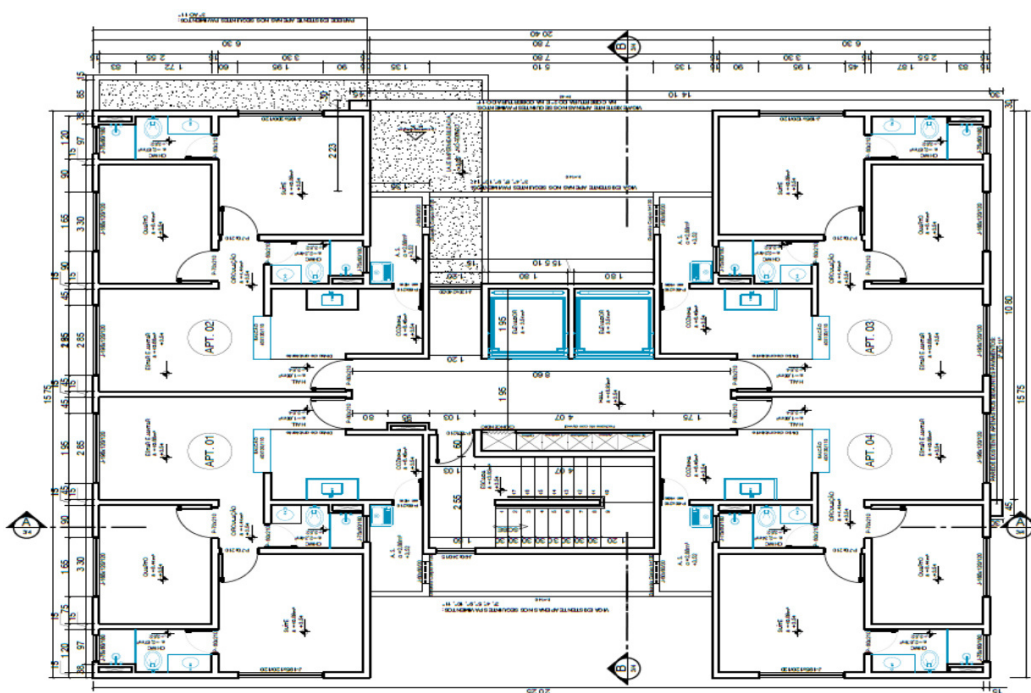
A análise e avaliação dos projetos, bem como a interpretação dos problemas encontrados e de suas consequências demandam também uma proposição de soluções. Dessa forma, a última etapa do estudo consistiu na síntese de sugestões de alterações nos projetos em que foram identificadas interferências, com o objetivo de suprimir as mesmas e mitigar a necessidade de retrabalho, servindo como referência para empreendimentos semelhantes.

3 ESTUDO DE CASO: DESCRIÇÃO DOS PROJETOS

3.1 Projeto Arquitetônico

O objeto do estudo de caso consiste no pavimento tipo de um edifício habitacional vertical multifamiliar, em alvenaria estrutural, composto por um pavimento térreo e mais 11 pavimentos, localizado no município de Palmas – TO. Tal edifício é composto por um *pilotis* no pavimento térreo, num total de 254,64 m², com função de estacionamento, havendo uma vaga para cada apartamento. O empreendimento possui 10 pavimentos tipos com 4 unidades autônomas em cada pavimento. Cada unidade possui 55 m² e é composta por dois quartos, sendo um dos quartos uma suíte, uma sala, uma cozinha, uma circulação, uma área de serviço e um banheiro. Além disso, possui no pavimento tipo, um *hall* de circulação de 18,93 m², dando acesso a dois elevadores e à escada de emergência, possuindo também um *shaft* para passagens das prumadas de instalações do edifício. Dessa forma, o pavimento tipo possui uma área total de 240,93 m², podendo ser observado na Figura 2.

Figura 2 – Planta baixa do pavimento tipo.



Fonte: Empresa do Estudo de Caso.

3.2 Projeto de Alvenaria Estrutural

Em relação à concepção do projeto de alvenaria estrutural, utilizaram-se blocos da família 15 x 30 cm. Nessa família, a largura do bloco é de 14 cm, a altura de 19 cm e o comprimento do bloco principal é de 29 cm. A resistência característica dos blocos utilizados varia, em virtude do local de utilização, de 4,5 MPa a 15 MPa. Os grautes verticais são moldados através do preenchimento dos furos dos blocos com microconcreto fabricado em obra, variando de 15 MPa a 30 MPa, em virtude do local de aplicação. Além disso, em todos os pontos de grauteamento vertical, utilizou-se armadura com diâmetro de 10 mm ou 12,5 mm. Já em relação aos grautes horizontais de cintamento, o projeto demandou execução em todas as paredes na última fiada. Nas paredes externas, além do cintamento na última fiada, o projeto demandou grauteamento na fiada intermediária.

3.3 Projeto de Instalações Hidrossanitárias

Referente ao projeto hidráulico, foi estabelecido um reservatório superior com dois núcleos de 9,2 m³ cada, além de um reservatório inferior de 17,85 m³. Para o pavimento tipo, foram definidas tubulações de PVC rígido soldável. A alimentação hidráulica das unidades autônomas se dá por tubos de diâmetro de 25 mm, fixadas na laje.

Em relação ao sistema sanitário, o projeto estabelece que todas as prumadas de queda de águas servidas devem ser acomodadas dentro de *shafts*, posicionados nos banheiros dos apartamentos. Em cada *shaft* encontram-se prumadas de esgoto, de gordura (nos que atendem à cozinha), e de ventilação. Exceto as tubulações de esgotamento da rede frigorígena, todas as tubulações verticais foram posicionadas fora das paredes estruturais, utilizando-se carenagens para cobrir as tubulações que ficaram externas. As tubulações horizontais foram fixadas na laje, sendo ocultadas por forro rebaixado de placas de gesso e sancas.

3.4 Projeto de Instalações Elétricas

O projeto elétrico do pavimento tipo conta com toda a disposição das luminárias, tomadas e interruptores, além da identificação dos eletrodutos embutidos em lajes, dos condutores e dos circuitos. Foi padronizada a utilização de lâmpadas de 23 W, eletrodutos de 3/4 de polegada ou 1 polegada e condutores flexíveis de 2,5 mm², exceto em alguns pontos específicos. As prumadas de alimentação das unidades autônomas e das áreas comuns foram posicionadas no interior do *shaft* do hall do pavimento.

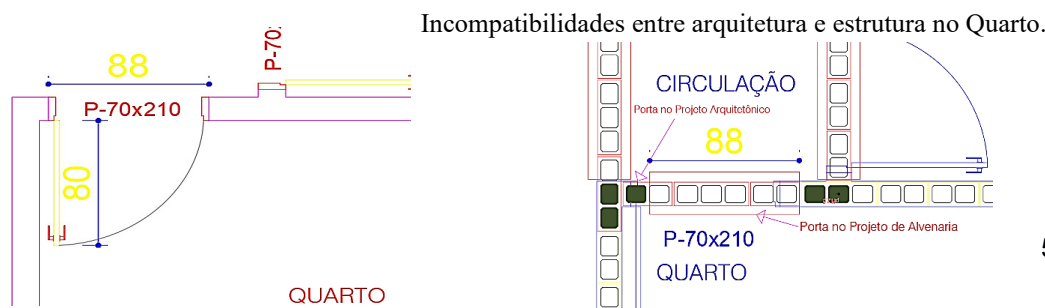
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Projeto Arquitetônico x Projeto de Alvenaria Estrutural

No Quarto do apartamento tipo foi previsto um conjunto de porta pronta de 78 centímetros, sendo 70 centímetros de folha mais 8 centímetros de batentes. Contudo, apesar da indicação textual se referir à uma porta de 70 centímetros, o desenho apresenta uma folha de 80 centímetros mais 8 centímetros de batentes. Tal fato isoladamente já retrataria uma incoerência do projeto arquitetônico neste ponto. Contudo, ao se confrontar com o projeto de alvenaria estrutural, percebe-se ainda que o mesmo prevê uma posição diferente para o conjunto de porta pronta, resultando num deslocamento de 11,25 cm, e estando posicionada no mesmo local de um graute vertical. Tais fatos podem ser observados na Figura 3.

Figura 3 –

Fonte: O autor.



Além disso, na área de serviço, foi prevista uma janela quadrada de 60 centímetros, posicionada à 20 centímetros do piso. Entretanto, essa janela não aparece no projeto de alvenaria estrutural, resultando num evento de incompatibilidade, que pode ser observado na Figura 4.

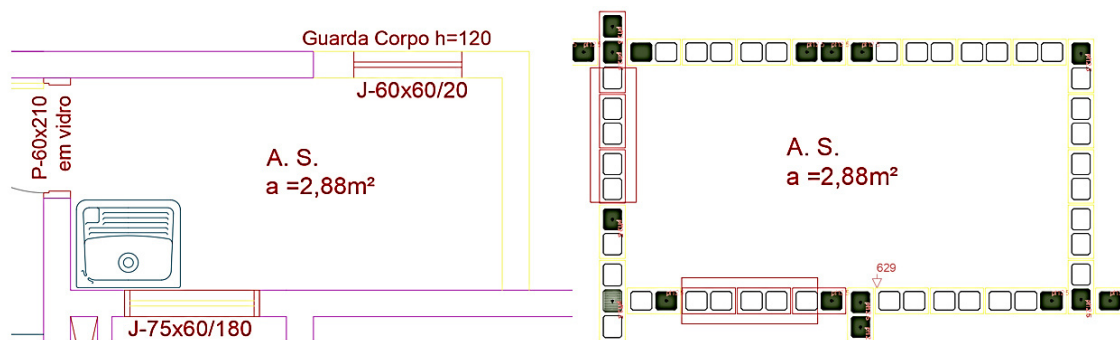


Figura 4 – Incompatibilidades entre arquitetura e estrutura na Área de Serviço.

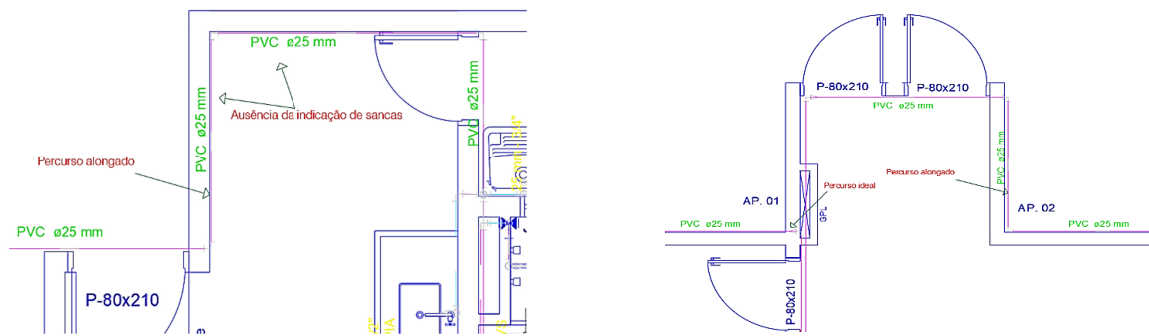
Fonte: Empresa do Estudo de Caso.

Para a resolução dos problemas apontados no quarto recomenda-se adequar o posicionamento e o tamanho da porta graficamente, tomando como referência o posicionamento da planta estrutural, a fim de se evitar conflitos. Já para a área de serviço, recomenda-se a representação gráfica da janela no projeto estrutural, com objetivo de promover a correta execução do projeto.

4.2 Projeto Arquitetônico x Projeto de Alvenaria Estrutural x Projeto de Instalações Hidrossanitárias

Observou-se na análise entre os elementos arquitetônicos e hidrossanitários inadequações inerentes ao traçado das tubulações hidráulicas que alimentam as unidades autônomas. Conforme descrito anteriormente, as tubulações hidráulicas foram propostas para serem fixadas na laje ao invés das embutidas. Dessa forma, constatou-se que não há nos projetos uma previsão da utilização de elementos para a ocultação das tubulações. Através de questionamento verbal à empresa proprietária do empreendimento, verificou-se que a solução adotada foi a ocultação da tubulação hidráulica por um forro rebaixado nos banheiros, áreas de serviço e no *hall* do pavimento e sancas nos demais ambientes. Desse modo, percebeu-se que para nos apartamentos 02 e 03 a tubulação foi proposta com um percurso mais longo, demandando uma utilização maior de sancas, conforme apresenta a Figura 5.

Figura 5 – Incompatibilidades entre arquitetura e hidráulica nos apartamentos.

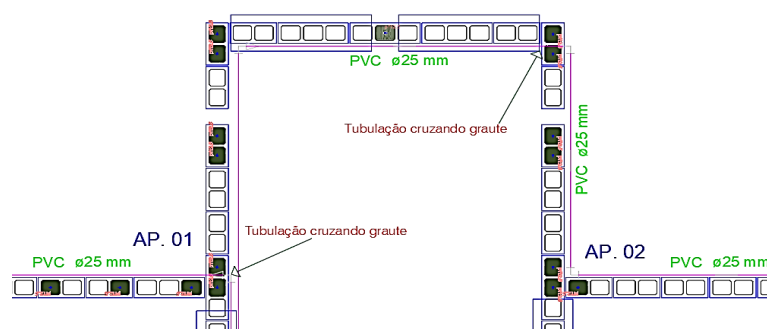


Fonte: O autor.

Para tal conflito, recomenda-se a adoção de um percurso único da tubulação que abastece o apartamento, tomando como referência o apartamento 01. Desse modo, será reduzido o tamanho da tubulação e o tamanho das sancas. Além disso, recomenda-se a adoção de uma sinalização de aplicação de sancas no projeto arquitetônico.

Verificou-se também interferências entre os projetos de alvenaria estrutural e hidrossanitário. Tal verificação resultou na constatação de dois problemas: tubulação hidráulica posicionada no mesmo local que um ponto de grauteamento e ausência da previsão de passagem de tubulações nas paredes estruturais. Conforme observado na Figura 6, a tubulação hidráulica que alimenta a unidade autônoma, está posicionada no mesmo local que um ponto de grauteamento, ocasionando interferência entre o tubo e o microconcreto.

Figura 6 – Incompatibilidades entre estrutura e hidráulica nos apartamentos.



Fonte: O autor.

Para resolver tais conflitos, recomenda-se a alteração do posicionamento dos grautes que estejam posicionados no mesmo local que a entrada das tubulações no apartamento, desse modo evita-se que sejam realizados retrabalhos em obra.

4.3 Projeto Arquitetônico x Projeto de Alvenaria Estrutural x Projeto de Instalações Hidrossanitárias x Projeto de Instalações Elétricas

Ao verificar a compatibilização dos projetos de alvenaria estrutural e elétrico, foi verificada a existência de tomadas posicionadas no mesmo local que pontos de grauteamento vertical no Quarto, na Sala e na Cozinha, sendo que no Quarto tal interferência também acontece com um interruptor, conforme se observa na Figura 7.

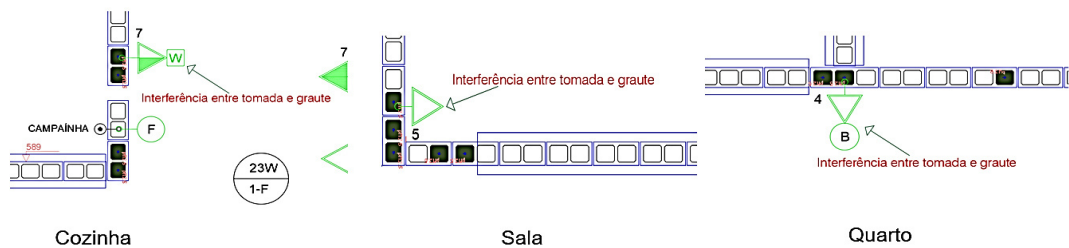


Figura 7 – Incompatibilidades entre estrutura elétrica nos apartamentos

Fonte: O autor.

Para a solução de tais conflitos, recomenda-se a alteração da posição das tomadas e interruptores que estejam posicionados em local concomitante aos grautes. Tal alteração não gera prejuízo ao projeto elétrico e evita rasgos e retrabalhos em obra.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo de caso realizado apresenta e coloca em destaque as possibilidades de problemas e conflitos inerentes à elaboração e execução de projetos no setor da construção civil. Pôde-se constatar a importância do processo de compatibilização para a problemática apresentada, além de perceber as interferências entre interfaces causadas por uma compatibilização ineficiente. Apesar de se tratar de um estudo de caso, que analisa apenas um edifício em particular, os conflitos constatados são possíveis de ocorrer em diferentes projetos com a mesma tipologia estrutural.

Desse modo, entende-se que a aplicação do processo de compatibilização é imprescindível, principalmente ao se tratar de edifícios verticais, em que os conflitos são replicados em todas as repetições de pavimentos, resultando na multiplicação do ônus. O desenvolvimento de projetos semelhantes ao estudado deve, preferencialmente, ocorrer dentro de plataformas integradas, onde é possível antever de forma precisa todos os conflitos, propondo soluções dentro do ambiente virtual de modelagem, o que resulta numa execução com o mínimo de adaptações.

REFERÊNCIAS

AUTODESK. **AutoCAD 2020 - Versão Estudantil**. [San Rafael]: Autodesk Inc., 2019. Mídia Digital.

BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. **Estratégia BIM BR: Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling – BIM**. Brasília, 2018. 36 p.

GIACOMELLI, W. Compatibilização de projetos: Estudo de caso. **Revista Especialize On-Line**, IPOG, n. 9, 2014. Disponível em: <https://www.ipog.edu.br/download-arquivo-site.sp?arquivo=compatibilizacao-de-projetos-estudo-de-caso-19181283.pdf>. Acesso em: 01 de abril de 2019.

MIKALDO JUNIOR, J.; SCHEER, S. Compatibilização de projetos ou engenharia simultânea: Qual é a melhor solução? **Gestão & tecnologia de projetos**, v. 3, n. 1, p. 79–99, 2008.

MOHAMAD, G.; MACHADO, D. W. N.; JANTSCH, A. C. A. **Alvenaria Estrutural: Construindo o conhecimento**. São Paulo: Editora Edgar Blucher, 2017.