

## I-048 - OTIMIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS FRENTE AOS PROJETOS DE ARQUITETURA E COMPLEMENTARES

**Ana Cláudia Araújo Fernandes<sup>(1)</sup>**

Aluna do curso de Engenharia Civil pela UFRN

**Micheline Damiano Dias Moreira**

Engenheira Civil pela UFRN. Mestre em Engenharia Sanitária pela UFRN. Doutoranda em Engenharia de Materiais na pós graduação em Ciência e Engenharia dos Materiais PGCEM/UFRN

**Ada Cristina Scudelari**

Engenheira Civil pela UFPR. Mestre em Engenharia Civil pela PUC/RJ. Doutora em Engenharia Civil pela COPPE/UFRJ. Professora do PPgES/UFRN e do PEC/UFRN

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Avenida Senador Salgado Filho, 3000 - Lagoa Nova, Natal - RN, 59078-970  
(84) 3215-3841 - e-mail: [anaclaudia\\_af@hotmail.com](mailto:anaclaudia_af@hotmail.com)

### RESUMO

O intenso crescimento da indústria da construção civil torna o mercado altamente competitivo, o que acaba por exigir produtividades cada vez maiores. É nesse contexto que se faz necessário o emprego de técnicas com o intuito de aperfeiçoar a produção, e evidentemente, melhorar a qualidade das edificações.

O objetivo geral deste trabalho é apresentar um estudo sobre a otimização dos projetos de instalações hidrossanitárias frente aos projetos arquitetônicos e complementares como uma alternativa de garantir alto desempenho das edificações, tanto no âmbito da qualidade quanto na execução e custo da obra.

A compatibilização de projetos é uma das alternativas mais eficientes hoje utilizadas para aumentar a produtividade na indústria da construção em nível de projeto. Essa técnica superpõe os elementos de projeto, analisa, verifica e corrige as possíveis interferências físicas ou justaposições entre os diversos projetos e suas soluções, de forma a garantir a perfeita funcionalidade ao que foi projetado.

A execução adequada desse procedimento na fase de produção dos projetos garantirá, de forma rápida e fácil, a identificação dos elementos sobrepostos, a realização das alterações necessárias em conjunto com os demais projetistas e, assim, reduzir consideravelmente os problemas na execução da obra. Diante disso, tem-se uma notória melhoria no desempenho das instalações e da execução da obra como um todo, tanto no quesito qualitativo quanto quantitativo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Instalações hidrossanitárias, Compatibilização de Projetos, Qualidade das Edificações.

### INTRODUÇÃO

Na construção de edificações, os projetos são geralmente desenvolvidos paralelamente pelos diversos projetistas (arquitetura, estruturas e instalações), sendo reunidos somente na hora da execução. Este procedimento gera uma série de incompatibilidades que comprometem a qualidade do produto final e causam perdas de materiais e produtividade. É fundamental que exista uma coordenação de projetos, que os compatibilize desde os estudos preliminares (GOZZI & OLIVEIRA, 2001 apud PETRUCCI JR., 2003). De acordo com Oliveira e Freitas (2001), a qualidade da elaboração do projeto está intimamente ligada com o prazo, o custo, a integração e a comunicação entre os projetistas e as demais pessoas envolvidas nesse processo.

No âmbito da construção civil, o índice de falhas advindas da incompatibilidade de projetos de arquitetura e engenharia é considerável. Isso acaba por acarretar um custo mais elevado da obra, visto que diversos problemas que poderiam ter sido solucionados na fase de produção dos projetos passarão a ser resolvidos em campo, suscitando uma redução da produção, uma vez que o retrabalho passa a ser uma constante. Em virtude dessa problemática, diversos escritórios passaram a aderir à técnica da otimização dos projetos de instalações hidrossanitárias juntamente com os demais projetos: instalações elétricas, de telecomunicações, de combate a incêndio, arquitetônico e estrutural.

A compatibilização de projetos como resultado da integração das interfaces dos vários projetos de arquitetura e complementares de edifício, tem sido considerado como a melhor abordagem para resolver com sucesso os problemas históricos da fragmentação dos projetos do sub-setor de edificações e com isso reduzir ou eliminar alguns dos seus principais problemas: as interferências físicas, perdas de funcionalidades e recursos decorrentes de incompatibilidades de projetos. Esta abordagem envolve a utilização de meios para gerenciar e manipular dados, tanto geométricos quanto os não geométricos, facilitando assim o planejamento, a concepção e a construção através de um processo integrado (SOUSA, 2010)

Na década de 90 houve a transição do desenho a mão para o AutoCAD. Atualmente, a mudança se dá do AutoCAD para o REVIT e para outros softwares que utilizam a tecnologia *Building Information Modeling* – BIM. BIM trata-se de um processo que possibilita a fusão entre design e informação. Os projetos desenvolvidos em REVIT são mais sofisticados e permitem visualizar com clareza, precisão e rapidez as incompatibilidades ocorrentes. As peças e conexões são reproduzidas de tal forma que possuem as mesmas especificações das que estão disponíveis no mercado da construção civil. Dessa forma, o projeto se torna visualmente real. A princípio, tem-se uma queda da produção devido ao processo de adaptação. Entretanto, passada essa etapa, o aumento da produção passa a ser satisfatório. No Brasil, o uso do REVIT ainda é pouco difundido devido ao elevado custo inicial de implantação, à complexidade de uso da ferramenta e ao prazo para entrega dos projetos, que na maioria das vezes, é curto. Entretanto, mundialmente essa tecnologia vem sendo difundida.

Uma alternativa viável, de baixo custo, que faz parte da rotina de qualquer escritório de projetos é a compatibilização na fase de produção por meio das ferramentas do AutoCAD. O processo é simples e possibilita resultados positivos significativos. O presente trabalho apresenta as técnicas utilizadas por escritórios que fazem uso dessa tecnologia, visto que compreendem a importância de ter projetos compatibilizados e a eficiência que esse procedimento proporciona ao passo em que o retrabalho é diminuído, tanto no escritório quanto na obra. “Um modelo eficiente de compatibilização de projetos tem importância fundamental para evitar as não-conformidades no processo de projeto e garantir a qualidade do processo construtivo de edificações” (PETRUCCI JR., 2003).

## MATERIAIS E MÉTODOS

A otimização dos projetos de instalações hidrossanitárias frente aos projetos de arquitetura e projetos complementares parte do princípio de que “dois corpos não ocupam o mesmo espaço”. A metodologia é simples, porém exige uma sequência, que necessita ser devidamente seguida. Para demonstrar essa técnica, faz-se uso de um projeto modelo e do AutoCAD (AUTODESK, 2014). O procedimento pode ser organizado conforme o fluxograma da figura 1.

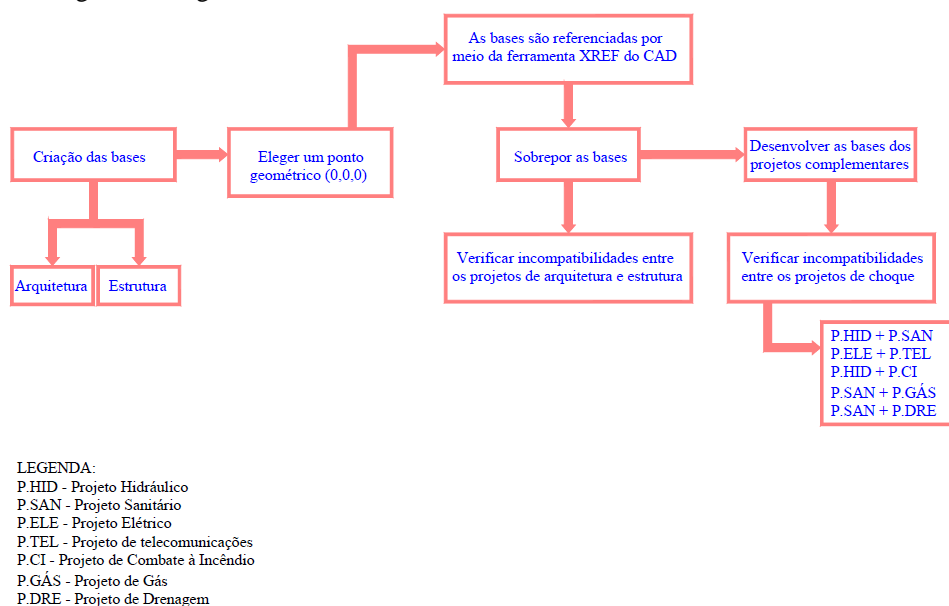


Figura 1: Processo de compatibilização de projetos.

O processo ocorre da seguinte forma: criam-se as bases de arquitetura e estrutura, separadamente. Nesses novos arquivos, as informações dispensáveis à elaboração dos projetos de instalações hidrossanitárias e demais complementares são ocultadas. Além disso, deve-se uniformizar, de forma que as bases estejam com os *layers* e *dwt* padrões do escritório no qual o projeto está sendo elaborado. A seguir, deve-se eleger um ponto geométrico no desenho para estabelecer um ponto de referência para as coordenadas 0,0,0 das bases já criadas. Isso facilitará a inserção delas em outros arquivos pela função *External References (XREF)* do AutoCAD. As bases de arquitetura e estrutura serão sobrepostas e então, deverão ser verificadas as incompatibilidades entre elas. De posse disso, as bases dos projetos complementares começam a serem desenvolvidas e, mais tarde, verificadas as incompatibilidades entre os projetos de choque.

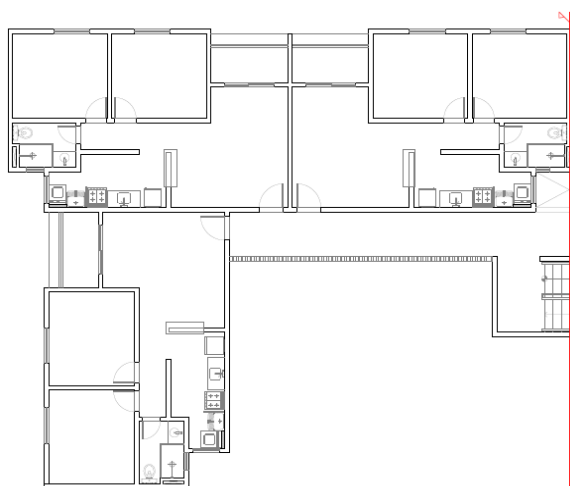
Vale salientar que a base de estrutura pode mudar, a depender do projeto, sendo de piso ou teto. A tabela 1 contém os projetos de instalações e as bases de estrutura referentes.

**Tabela 1: Bases de estrutura de acordo com o projeto de instalação.**

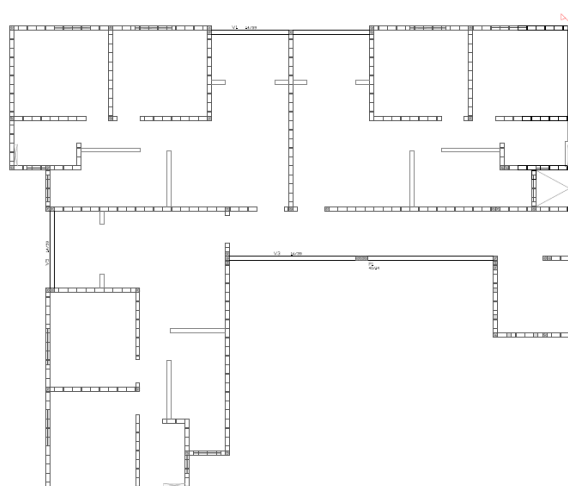
PROJETO	ESTRUTURA
Hidráulico	Piso
Sanitário	Piso
Gás	Piso
Furação	Piso
Drenagem	Piso
Elétrico	Teto
Comunicação	Teto
Combate à incêndio	Teto

O projeto base é um edifício residencial com área construída de 9232,57m<sup>2</sup>, constituído por 6 blocos de apartamento, sendo 6 unidades por pavimento. Cada bloco é composto de térreo e 3 pavimentos tipo, todos destinados a apartamentos com 54,72m<sup>2</sup> cada.

As figuras 2a, 2b, 3a, 3b, 4a e 4b ilustram, respectivamente, os projetos de arquitetura (P. ARQ), de estrutura (P. EST), hidráulico, sanitário, elétrico e de telecomunicações.



**Figura 2a: P. ARQ (Pavimento tipo).**



**Figura 2b: P. EST (Pavimento tipo).**

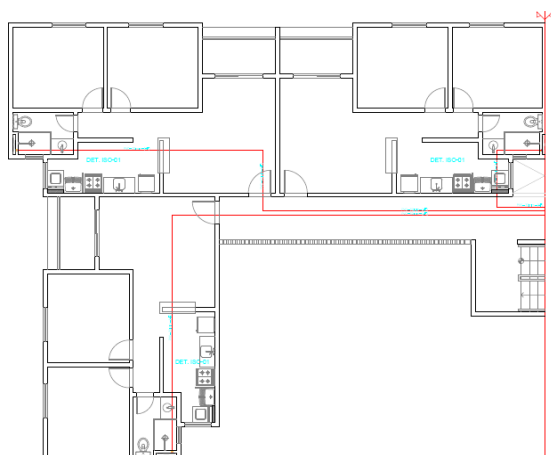


Figura 3a: P. HID (Pavimento tipo).

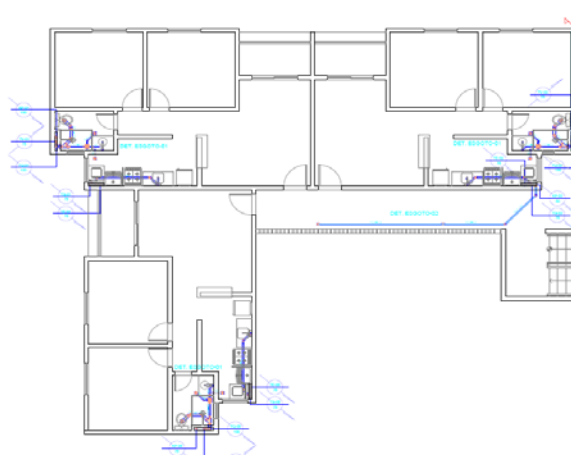


Figura 3b: P. SAN (Pavimento tipo).

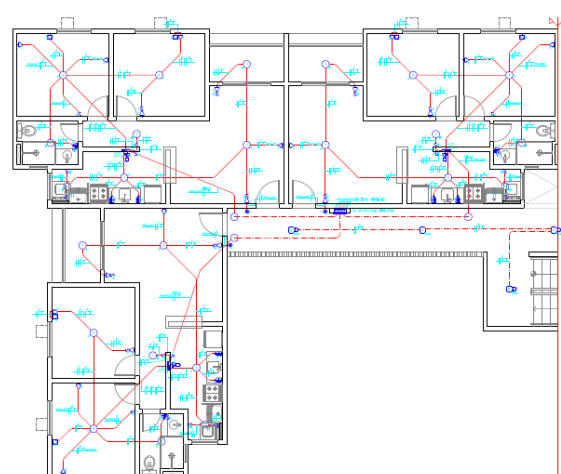


Figura 4a: P. ELE (Pavimento tipo).

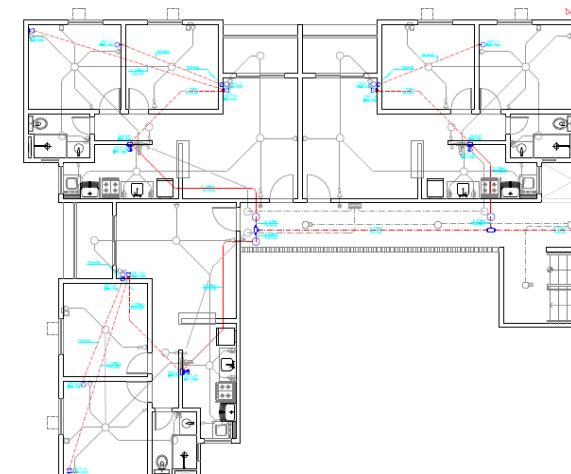


Figura 4b: P. TEL (Pavimento tipo).

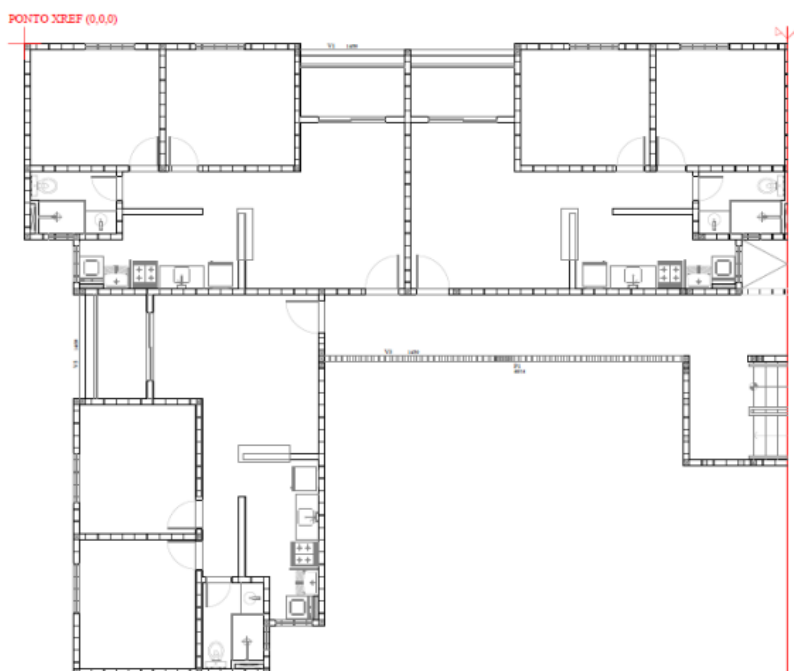
## RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com os procedimentos apresentados no item Materiais e Métodos, será realizada a compatibilização dos projetos. As bases serão superpostas e analisadas minuciosamente, observando-se atentamente os possíveis pontos em comum, com vista a verificar as incompatibilidades existentes e, assim, corrigi-las ainda na fase de produção de projetos. A tabela 2 contém os prováveis choques entre projetos complementares.

Tabela 2: Prováveis choques entre projetos.

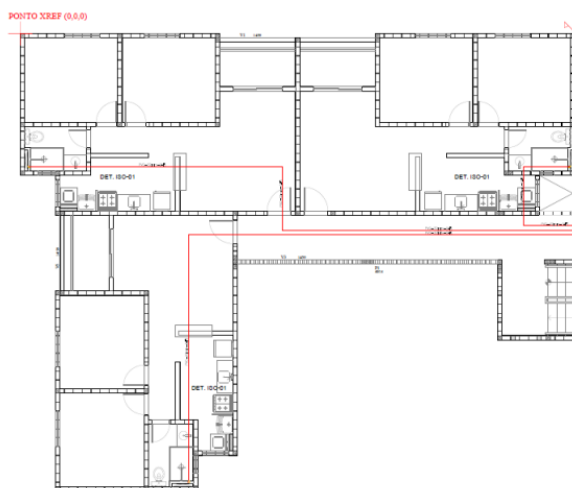
PROJETOS DE CHOQUE
Sanitário x Hidráulico
Elétrico x Telecomunicações x Hidráulico x Combate à incêndio
Sanitário x Furação x Gás x Drenagem
Entre todos (shafts e encaminhamentos de tubulações)

A primeira compatibilização feita é entre os P. ARQ (figura 2a) e P. EST (figura 2b). A base gerada nessa sobreposição é a de projeto, na qual deve ser observada a conformidade entre as dimensões dos elementos estruturais e da alvenaria. Além disso, deve-se averiguar se os shafts e o lançamento de estruturas foram previstos pelo arquiteto e se o engenheiro estrutural previu as passagens de tubulações e eletrodutos. A figura 5 ilustra a base de projeto, na qual serão desenvolvidos os projetos complementares.

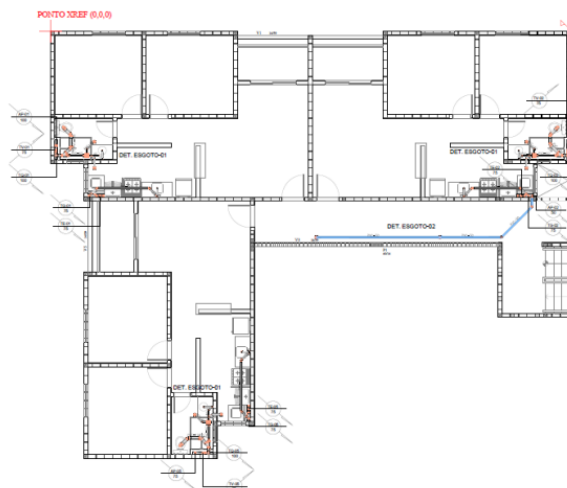


**Figura 5: Base de projeto – sobreposição das bases do P. ARQ e P. EST.**

O próximo passo é compatibilizar os P. ARQ + P. EST e os projetos complementares, separadamente. As figuras 6a e 6b ilustram as bases do P. HID e do P.SAN, nas quais houve a compatibilização entre a base de projeto e as figuras 3a e 3b, respectivamente.

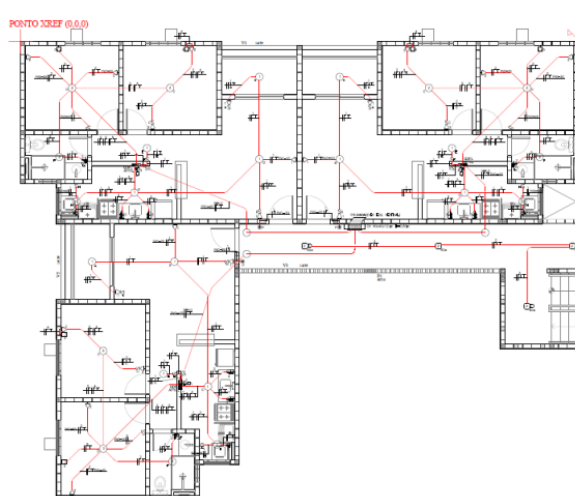
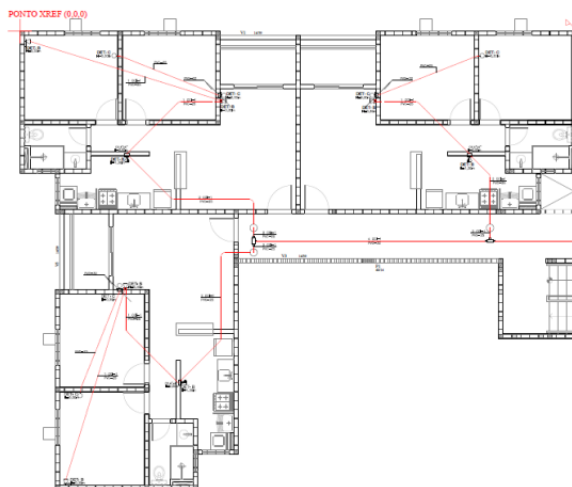


**Figura 6a: Base do P. HID (Pavimento tipo).**



**Figura 6b: Base do P. SAN (Pavimento tipo).**

As figuras 7a e 7b seguem o mesmo raciocínio apresentado acima e ilustram a compatibilização entre a figura 5 e as figuras 4a e 4b, respectivamente.

**Figura 7a: Base do P. ELE (Pavimento tipo).****Figura 7b: Base do P. TEL (Pavimento tipo).**

O principal ponto a ser analisado na compatibilização entre os P. HID e P. ESG são os shafts, nos quais precisa ser verificada a ocorrência de justaposições entre os tubos de queda, as colunas de ventilação e as colunas de água fria e água quente. Vale ressaltar também a observância de superposições entre as caixas de areia e de inspeção e os elementos de tratamento de esgotos e águas pluviais, a exemplo dos sumidouros, tanques sépticos e poços absorventes. No caso de as tubulações de esgoto, de água e/ou elétricas estar sobrepostas, deve-se seguir o seguinte padrão: as tubulações de esgoto precisam estar no nível mais baixo, seguidas das de água e posteriormente das elétricas.

No que se refere à compatibilização entre os P. ELE e P. TEL é necessário analisar os shafts, na tentativa de admitir que as tubulações elétricas e de telecomunicações estejam em shafts separados. Além disso, deve-se observar o encaminhamento dessas tubulações, de forma a evitar a superposição delas, bem como o cruzamento. Um fator importante a ser considerado tanto para essa compatibilização quanto para a de P. HID e P. ESG é a passagem desses eletrodutos e tubulações por elementos estruturais, de forma a evitar ao máximo que isso ocorra, uma vez que acarretaria na furação destes.

Após compatibilizar individualmente os projetos, é indispensável que haja uma compatibilização geral, sobrepondo todos os projetos, desde a arquitetura até os complementares, de forma a dispor de uma avaliação final. Nessa análise, além de observar as justaposições entre todos os projetos, é imprescindível que os shafts hidráulicos e de esgoto estejam separados dos shafts elétricos e de telecomunicações. A figura 8 ilustra o projeto em sua versão final, totalmente compatibilizado. Nesse processo, cada projeto está em um *layer* próprio e com uma cor diferente para que as interferências possam ser identificadas com maior facilidade.



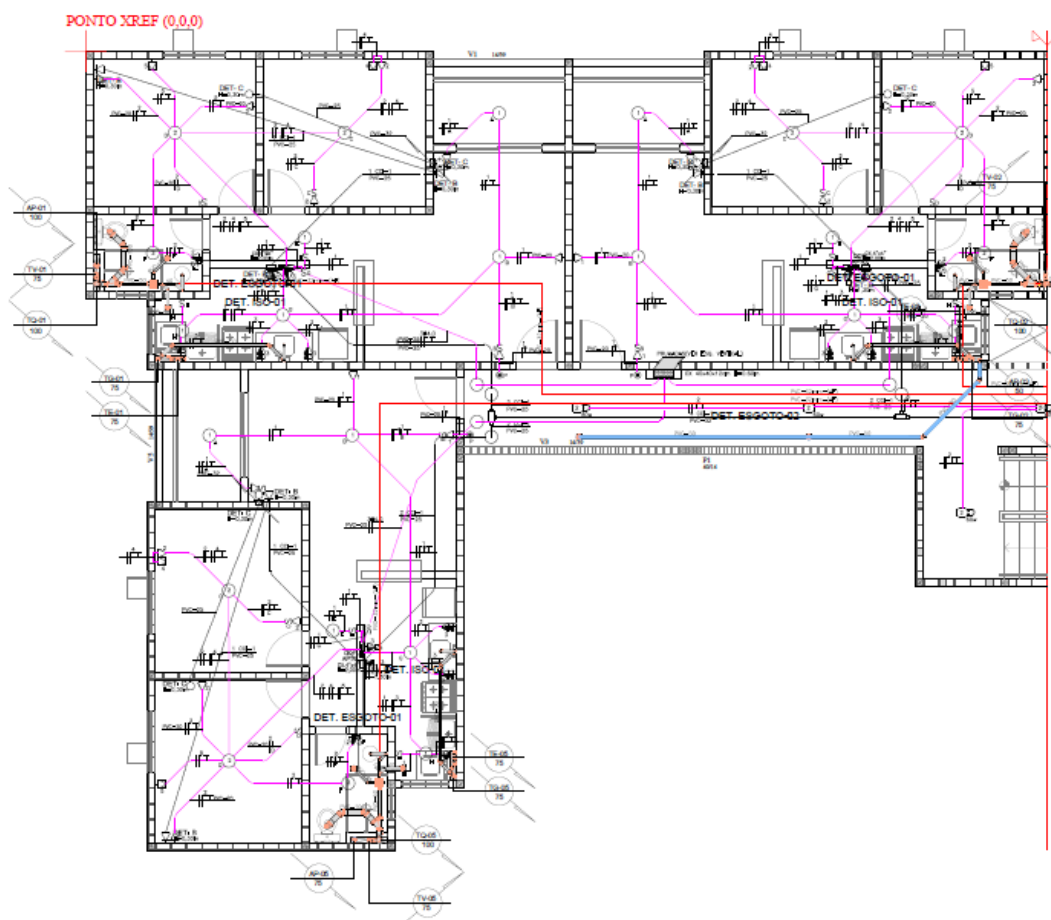


Figura 8: Projeto compatibilizado.

#### LEGENDA

Vermelho – P. HID

Cinza – P. ESG

Magenta – P. ELE

Preto – P. TEL

#### CONCLUSÕES

A compatibilização de projetos é um procedimento utilizado para melhorar o desempenho das diversas instalações, bem como da estrutura, além de conservar as características arquitetônicas de um projeto. Os projetistas trabalham em conjunto, mantendo uma comunicação e integração tal que a grande maioria dos problemas é solucionada ainda na fase de produção dos projetos. Isso garante uma diminuição da necessidade de assistência técnica na obra, visto que os projetos complementares estarão devidamente detalhados e o surgimento de dúvidas referentes a eles não será uma constante.

Devido a essa técnica, há uma proporcionalidade inversa entre as falhas advindas de projeto e a aceleração da produtividade, uma vez que haverá redução de retrabalho, tanto no escritório quanto na obra. Consequentemente, o tempo de execução da obra e o índice de desperdícios de materiais de construção, automaticamente, são reduzidos.

#### AGRADECIMENTOS

À empresa Área Engenharia pelo fornecimento dos projetos complementares e das bases dos projetos de arquitetura e de estrutura que foram utilizados como projeto modelo para a elaboração desse artigo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 5626 – Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.
2. AUTODESK, 2014, Manual do usuário.
3. CALLEGARI, S.; BARTH, F. Análise comparativa da compatibilização de projetos em três estudos de caso. Programa de pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, UFSC, 2007.
4. CRAMER, J.P. Design Intelligence. Technology Trends & Innovation Survey. Volume 17 number 3. May/June 2011.
5. CREDER, Hélio. Instalações hidráulicas e sanitárias. 6ª ed. Rio de Janeiro, 423p.
6. FERREIRA, R. C. Uso do CAD 3D na compatibilização espacial em projetos de produção de vedações verticais em edificações. Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de mestre em engenharia. São Paulo, 2007, 159p.
7. GRAZIANO, F. P. Compatibilização de Projetos. Instituto de Pesquisa Tecnológica – IPT. (Mestrado Profissionalizante), São Paulo, 2003.
8. HELMAN, H.; ANDERY, P. R. P. Análise de Falhas - aplicação dos métodos de FMEA e FTA. Fundação Christiano Ottoni, p. 156, Belo Horizonte, 1995.
9. MACINTYRE, A. J. (2010). Instalações hidráulicas prediais e industriais. 4ª ed. Rio de Janeiro, 579 p.
10. MELHADO, S. B. Coordenação de Projetos de Edificações. São Paulo. Ed. O Nome da Rosa. 2005. 115p.
11. MIKALDO JR, J. Estudo Comparativo do Processo de Compatibilização de Projetos em 2D e 3D com Uso de TI. 2006. Dissertação. - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
12. MIKALDO JR, J.; SCHEER, S. Compatibilização de Projetos em 3D como Indicativo de Redução de Custo em Edificações. 2007. Artigo Científico, UFPR, Curitiba.
13. NOVAIS, W. F. Identificação de falhas decorrentes da falta de compatibilização de projetos: foco em obras de edificações. Monografia apresentada ao curso de graduação em Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil. Salvador, 2009, 54p.
14. OLIVEIRA, M.; FREITAS, H. Processo de Projeto de Obras de Edificações: Iniciativas para a Melhoria da Qualidade. Disponível em: <<http://read.adm.ufrgs.br/read07/artigo/mohf.html>>. Acesso em: 29 nov. 2001.
15. PETRUCCI JR., R.; Modelo para gestão e compatibilização de projetos de edificações usando engenharia simultânea e ISO 9001. Programa de pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2003.
16. SOUSA, F. J. De. Compatibilização de projetos em edifícios de múltiplos andares – estudo de caso. Dissertação apresentada à Universidade Católica de Pernambuco como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil. Recife, 2010.