

**Gerenciamento e compatibilização de projetos simples aplicada em Autocad**

**Management and compatibility of simple projects applied in Autocad**

DOI:10.34117/bjdv6n12-536

Recebimento dos originais: 21/11/2020

Aceitação para publicação: 21/12/2020

**Amanda Carolina Pimentel**

Mestranda em Nanociências pela Universidade Franciscana - UFN

Universidade Franciscana

Endereço: Rua dos Andradas, 1614 - Centro, Santa Maria - RS

E-mail: pimentel.amanda@ufn.edu.br

**Franciele da Silva Bruckmann**

Mestranda em Nanociências pela Universidade Franciscana - UFN

Universidade Franciscana

Endereço: Rua dos Andradas, 1614 - Centro, Santa Maria - RS

E-mail: francielebruckmann2@gmail.com

**Ivana Zanella da Silva**

Doutorado em Física pela Universidade de São Paulo

Universidade Franciscana

Endereço: Rua dos Andradas, 1614 - Centro, Santa Maria - RS

E-mail: ivanazanella@gmail.com

**Cláudia Lange dos Santos**

Doutorado em Física pela Universidade Federal de Santa Maria

Universidade Franciscana

Endereço: Rua dos Andradas, 1614 - Centro, Santa Maria - RS

E-mail: langefis@gmail.com

**Cristiano Rodrigo Bohn Rhoden**

Doutorado em Nanociências pela Universidade Franciscana - UFN

Universidade Franciscana

Endereço: Rua dos Andradas, 1614 - Centro, Santa Maria - RS

E-mail: cristianorbr@gmail.com

**RESUMO**

A compatibilização de projetos é uma ação de aperfeiçoamento e planejamento, buscando interferências entre os mais diversos layouts e projetos para a solução de problemas ou incompatibilidades encontradas. Fazendo uso de uma ferramenta simples, o AutoCAD, projetos, orçamentos e relatos dos profissionais envolvidos, auxiliaram a compatibilizar o que hoje é a Casa de Cultura de Dr. Maurício Cardoso, prevenindo uma soma de gastos não previstos. Comparando o investimento em compatibilização com o montante gasto, conclui-se a compatibilização de projetos seria uma alternativa e geradora de significativa economia a partir do projeto inicial.

**Palavras-chave:** incompatibilidades, retrabalho, Coordenador de Projetos.

**ABSTRACT**

The compatibilization of projects is an act on behalf of improvement and planning, searching for interferences between the most diverse layouts and in the solution of problems or incompatibilities. Applying a simple tool like AutoCAD, projects, budgets and reports from the professionals involved, helped to make compatible what is today the House of Culture of Dr. Maurício Cardoso, preventing a sum of unpredicted expenses. Comparing the investment in compatibilization with the unspent amount, the conclusion is that project compatibilization is an alternative and generates significant savings from the initial project

**Keywords:** Incompatibility, Rework, Project coordinator.

**1 INTRODUÇÃO**

As perdas na construção civil, são entendidas como ineficiências em requisitos como meio ambiente, mão-de-obra, uso de máquinas, metodologia adotada e material, englobando a ocorrência de desperdícios quanto à execução de tarefas desnecessárias que geram custos adicionais e não agregam valor. A estas, dá-se o nome de retrabalho que são, em quantidade, inversamente proporcionais ao planejamento da obra (VIEIRA; DA SILVEIRA; DE ALBUQUERQUE, 2017)

As obras de edificações, independentemente de seu porte ou finalidade, têm como objetivo em sua maioria, a finalização no menor período possível e com o custo aproximado do orçado. Neste processo, a possibilidade de que alguns procedimentos sejam executados de forma alternativa a especificada no contrato, memorial descritivo ou projeto é recorrente, pois no intuito de agilizar atividades ou economizar em muitos deles, incorrem custos não planejados e retrabalhos (MONTEIRO, 2017).

É sabido que decisões tomadas antecipadamente podem evitar diversos problemas no decorrer da obra, estas, entretanto, devem ser acompanhadas por um profissional específico que compile estas decisões noprojetos da edificação, dando direção e controle do processo de projeto. Porém, o projeto é tratado majoritariamente como uma despesa inicial a ser reduzida (MELHADO; AGOPYAN, 1994).

Segundo a NBR 5670:1977 o projeto define-se “pela qualificação quantitativa e qualitativa de atributos técnicos, econômicos e financeiros de um serviço ou obra de engenharia e arquitetura, com base em dados, elementos, informações, estudos, discriminações técnicas, cálculos, desenhos, normas, projeções e disposições especiais”. Assim, sua elaboração é a determinação das prévias dos atributos funcionais, formais e técnicos de edificações a construir, pré-fabricar, montar e ampliar, abrangendo assim, todos os ambientes, elementos e instalações contidas no mesmo (NBR 13531:1995).

O ato de compatibilizar projetos é uma ação de aperfeiçoamento e planejamento, na busca de interferências entre os mais diversos layouts e na solução de problemas ou incompatibilidades encontradas. É uma ferramenta de gerenciamento de maneira que estes, por serem dependentes entre

si, não se interferiram, criando soluções integradas entre as diversas áreas que tornam o empreendimento viável, sendo uma prática mais comum em empresas de médio e grande porte. A não aplicação destas ferramentas pode ocasionar erros e custos adicionais, induzindo a decisões indevidas durante a obra impactando diretamente na eficácia do processo e eventualmente na qualidade do produto (NASCIMENTO, 2014).

Segundo Adesse e Melhado (2003) para haver a compatibilização de projetos é necessário a coordenação deste vasto conjunto de ações de planejamento, organização, direção e controle de processos, troca de informações entre os projetistas, executor do projeto e seu coordenador, a adequação da linguagem entre os projetos e a harmonia entre interfaces. O Coordenador de Projetos, surge como uma alternativa para realizar ações de planejamento, além a normatização da linguagem de desenho, estabelecimento de regras, fluxos, prazos, metas e feedbacks, gerando assim uma compatibilização.

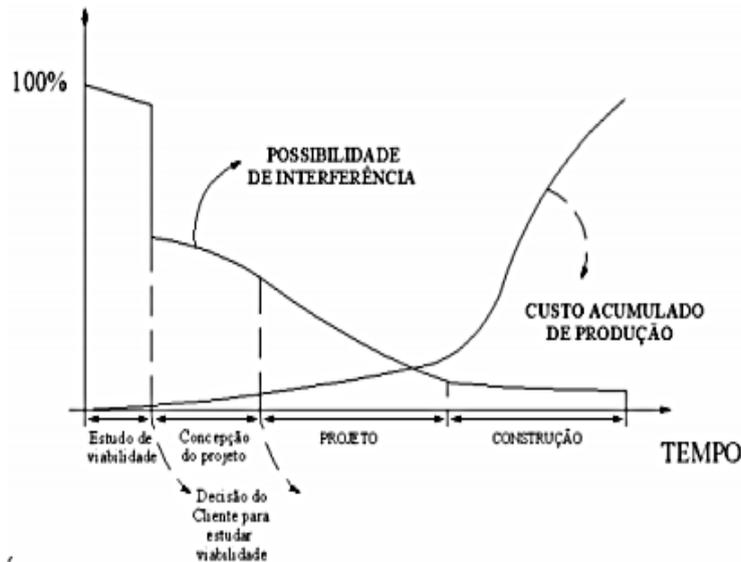
Para Patrizia Chippari (2017), a ação de compatibilizar representa um investimento em torno de 1% a 2% do custo do empreendimento e uma redução entre 5% e 8% no custo total da obra.

Com projetos sobrepostos, a visualização em planta baixa (2D) e espacial (3D) pode:

- Detectar possíveis conflitos, antever retrabalhos que teriam de ser solucionados no canteiro de obras;
- Possibilitar soluções, em fase de projeto a interposição de complementares;
- Proporcionar orçamento condizente e mais aproximado com o real gasto em obra;
- Maior facilidade na execução da obra, devido a um projeto mais claro e revisado;
- Garantia da fidelidade do projeto arquitetônico;
- Melhoria nas margens de lucro e cumprimento de prazos do planejamento da obra, pois imprevistos são altamente minimizados.

Fabício (2002) afirma que, interferências tendem a ser tornar mais caras à medida que o tempo passa, de acordo com a Figura 01 e que os profissionais envolvidos ficam mais livres para propor soluções no início do processo. Quanto mais próximo do fim do processo, geralmente na parte de execução da obra, mais onerosas as soluções se tornam.

Figura 01: Curva de possibilidade de interferência. Fonte: Fabrício, 2002.



### 1.1 FERRAMENTAS DE COMPATIBILIZAÇÃO

O AutoCAD, utilizado principalmente para a elaboração de peças de desenho técnico em duas dimensões (2D) e para criação de modelos tridimensionais (3D), foi lançado pela empresa Autodesk em 1982, nomeado originalmente como MicroCAD e atualmente oferece mais de 30 *softwares* diferentes para cada segmento do mercado. Porém diz-se que o *software* em questão é coisa do passado, pois novas ferramentas surgiram nos últimos anos (BALDAM, 2015).

A compatibilização pode ser feita de maneira convencional, sobrepondo desenhos em 2D, modelagem 3D, ou pela plataforma BIM (Building Information Modeling). Na compatibilização em 2D, pode ser inserido um projeto base (arquitetônico ou estrutural) em bloco e em seguida algum outro projeto complementar, como por exemplo o pluvial, sanitário, elétrico, hidráulico, de prevenção contra incêndios (PPCI), de paginação de acabamentos, entre outros. Já o 3D contempla os elementos de maneira volumétrica e mais detalhada e pode ser feita pelo AutoCad, assim como a primeira. Contudo, a plataforma BIM integraliza os projetos com maior eficácia, mas demanda certo investimento no início para a compra de *softwares* e de processadores com grande capacidade resolutiva de gráficos e funções (KATORI, 2019).

O Alto Qi Builder foi criado pela empresa AltoQi, que surgiu em 1989, trabalhando em cálculo estrutural, e hoje conta com diversos *softwares*, sendo a modelagem na plataforma BIM considerada como uma evolução CAD. Nesta plataforma é possível compatibilizar projetos feitos em *softwares* específicos para cada projeto, como o Eberick (projeto estrutural) e o Luminus (projeto elétrico) (BUSS; CARNEIRO; LÉDO, 2020)

Esse tipo de programa mais sofisticado, além de investimento inicial da compra do programa e computador ou *notebook* adequado para processá-los, necessita também de treinamento e capacitação,

o que muitas vezes não é possível no dia a dia do profissional das pequenas empresas. Com isto, o tradicional AutoCAD continua sendo uma ferramenta a ser utilizada na compatibilização de projetos.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 OBJETO DE ESTUDO

Para o estudo de compatibilização, foi escolhido o projeto e edificação da Casa de Cultura do município de Doutor Maurício Cardoso, Rio Grande do Sul, situada na Rua Bento Gonçalves, sendo propriedade da Prefeitura Municipal.

Esta edificação totaliza 506.23 m<sup>2</sup> e foi idealizada observando as normas técnicas, o plano diretor e código de obras municipal, tendo como projetista o Arquiteto João da Jornada Fortes Filho (Fortes Arquitetos e Associados) e executor o Arquiteto e Urbanista e Engenheiro de Segurança do Trabalho André Vernier. A fachada e planta baixa podem ser observadas na Figura 02 e 03.

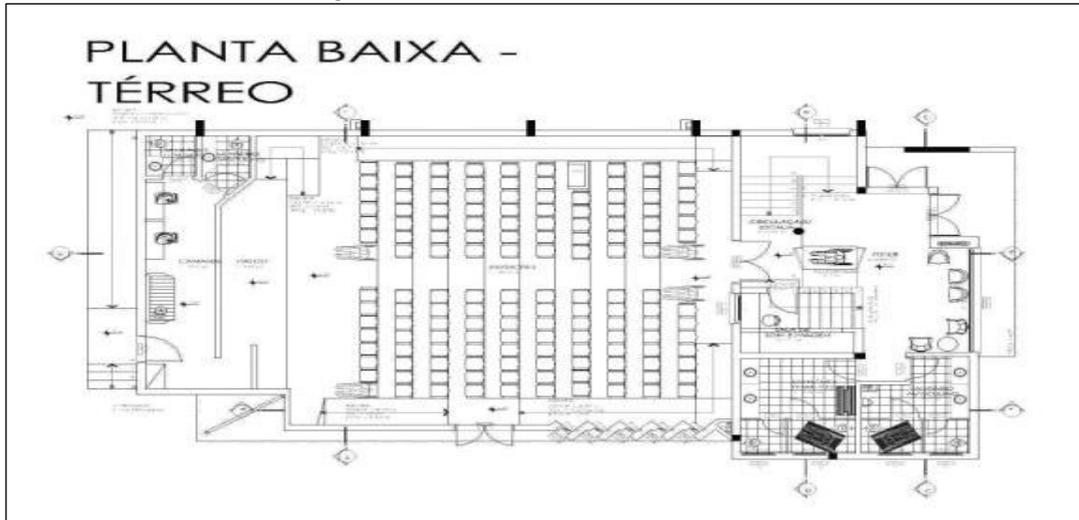
De posse dos projetos arquitetônico, estrutural, elétrico, pluvial, hidrossanitário, orçamento e cronogramas feitos pelo escritório responsável pelo projeto, foi possível padronizá-los e compatibilizá-los, o que foi executado por meio do AutoCAD.

Figura 02: Estudo de Fachada da Casa de Cultura.



Fonte: Fortes arquitetos associados.

Figura 03: Planta Baixa da Casa de Cultura.



Fonte: Fortes arquitetos associados.

A obra foi inicialmente orçada em R\$ 659.866,51 na data de 01/07/2011. O custo dos projetos foi de R\$ 35.512,03, valor calculado pelo escritório responsável em dezembro de 2013, que incluiu os projetos Arquitetônico, Estrutural, Elétrico, Hidrossanitário, Pluvial, Lógica, Telefone, Ar Condicionado, Antenas e PPCI, sendo o de maior custo o arquitetônico, de R\$ 40,25 o m<sup>2</sup>, e o projeto pluvial de menor custo, R\$ 1,15 o m<sup>2</sup>, todos considerando a área de 506,23 m<sup>2</sup>.

## 2.2 METODOLOGIA DE COMPATIBILIZAÇÃO

Para a compatibilização, os projetos foram primeiramente padronizados em *layers* e estilos de linhas e desenhos, tendo cada complementar recebido uma cor diferente para melhor visualização. Após esse processo, foi possível compatibilizar, na seguinte ordem:

- Compatibilização 01: projeto arquitetônico com o projeto estrutural;
- Compatibilização 02: projetos complementares relacionados a água e dejetos, como o pluvial, hidráulico e sanitário;
- Compatibilização 03: projetos elétrico, lógica, TV, ar e telefone;
- Compatibilização 04: compatibilização 02 com a 03;
- Compatibilização 05: compatibilização 04 com a 01.

Além disso, foram feitas análises de cronograma e datas de início e final de obra. Não foi possível comparar o quantitativo inicial, quantitativo do projeto compatibilizado e histórico de compras da obra e do custo orçado inicial, custo orçado do projeto compatibilizado e custo final da obra, pois os dados necessários para esta análise, importante para quantificar a diferença da compatibilização em termos econômicos e cronológicos, não foram disponibilizados.

Assim, foi possível obter dados de necessidade de compatibilização e custo dos retrabalhos gerados pela falta dela, possibilitando comparação entre o custo que a compatibilização possui e valor economia ela geraria, comprovando assim sua eficácia e gerando mais um argumento de que ela deve se tornar um hábito em todo e qualquer projeto, nas edificações de pequena a grande porte.

Feitas todas as compatibilizações, foi possível catalogar as divergências de projeto, quantificar os problemas enfrentados em obra, horas necessárias para tais atividades, custo de materiais e mão-de-obra e custo do aluguel de maquinário necessário para tal proposta, contando com a supervisão do responsável pela execução e pelo autor do projeto.

Foram desconsideradas diárias de profissionais fixos em obra, como Engenheiro Civil, Mestre de obras e Técnico em Segurança do Trabalho e levadas em conta as dos profissionais servente e pedreiro (construção de edifícios), principais responsáveis pela mão de obra dos retrabalhos encontrados. Além disso, a instalação de pergolados, por exemplo, foi realizada por empresa terceirizada, sendo considerado portanto o valor único para mão de obra e material. Deste modo, segundo o site Salário.com.br, a média salarial dos profissionais aqui considerados no Rio Grande do Sul no ano de 2020 é de R\$ 1.202,66 e 1.502,50 respectivamente.

Além disso, foram mensurados os retrabalhos fazendo uso de máquinas, sendo que o Rompedor 6kg tem como custo diário de aluguel de R\$ 70,00 e o policorte de R\$ 30,00, dados extraídos da empresa de aluguel de máquinas LocarMAK de Santa Maria- RS. Além disso, os materiais necessários para os reparos identificados estão listados na Tabela 01.

Tabela 01. Valor dos materiais usados em retrabalho em 2020.

<b>MATERIAL</b>	<b>CUSTO UNITÁRIO</b>
Argamassa reboco média fida	R\$ 13,00
Cimento CPIV 50 kg	R\$ 31,58
Vedapren OTTO	R\$ 298,00
Primer manta OTTO	R\$ 60,19
Cimento cola AC interno 20 kg Quartzlit	R\$ 8,84

Fonte: Walter Beltrame, Santa Maria, RS

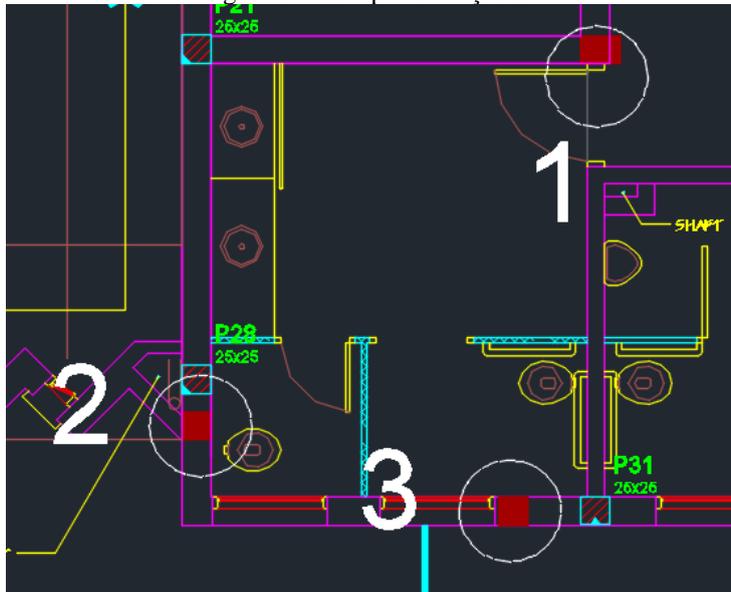
### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na comparação do projeto arquitetônico com o estrutural, compatibilização 01, foram encontradas divergências de quatro pilares previstos em projeto arquitetônico e ausentes em projeto estrutural, causando possível desencontro de informações no decorrer da execução.

As paredes do projeto arquitetônico foram projetadas para que tivessem um total de 25 cm, tendo os pilares, portanto, a mesma espessura, como ilustrado na Figura 04. Os tijolos usados teriam de ter dimensões de 14x19x29 (tijolo nove furos), sendo 6 cm destinados a revestimento de

acabamento. Porém, os pilares foram reduzidos de 2 cm para que a corpulência do revestimento não fosse prejudicada.

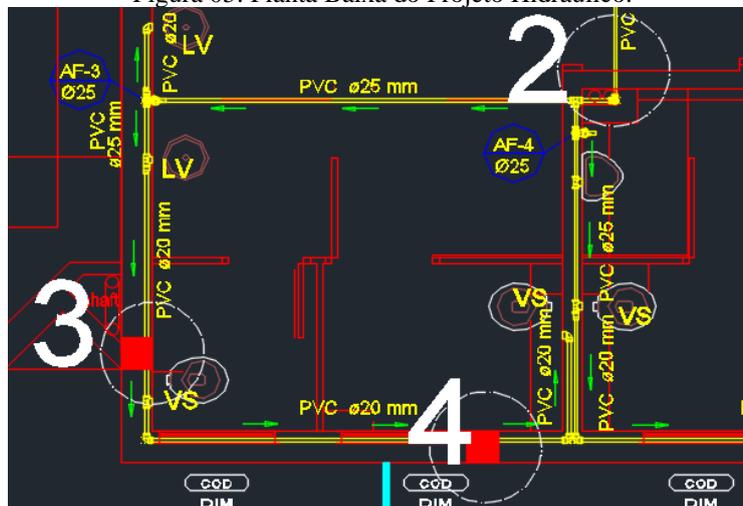
Figura 04: Compatibilização 01.



Fonte: Construção do autor.

Na Compatibilização 02, foram encontradas quatro incompatibilidades, exemplificadas na Figura 05, que se referem às esperas em passagens em pilares e vigas, que preferencialmente deveriam ser posicionadas antes da concretagem das mesmas. Ao não ser executado com antecedência, foram necessários cerca de três dias de trabalho de um servente de pedreiro, segundo relatos do Arquiteto responsável pela obra, para tal retrabalho. Referente ao projeto Sanitário, sete incompatibilidades similares foram encontradas, reforçando a importância de que tais pontos sejam apontados no projeto estrutural, incentivando a facilidade de antever os mesmos a romper o concreto posteriormente.

Figura 05: Planta Baixa do Projeto Hidráulico.

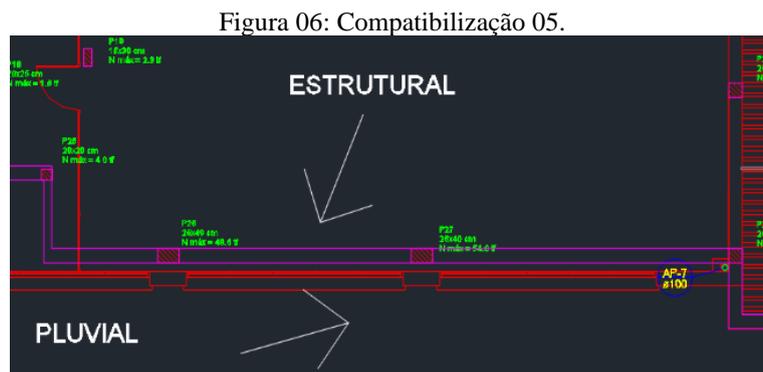


Fonte: Construção do autor

Entre os projetos complementares hidráulico, sanitário, pluvial existem pontos onde as tubulações se interceptam, mas a altura do forro de gesso e a laje os cobrem com satisfação. Ademais, não foram encontradas incompatibilidades, apenas havendo alterações de padronização e melhor visualização para equipe de obra.

Nos projetos relacionados há cabeamento elétrico. Desta forma, houve a necessidade de desbaste de pilares para que seja possível a utilização de mangas corrugadas nas paredes e pilares, pois a instalação prévia destes itens não ocorreu. Esse desbaste se não planejado pode, no futuro, expor armaduras à corrosão e anular seu cobrimento, prejudicando sua função.

Entre os projetos complementares relacionados a água e eletricidade, que se referem a Compatibilização 04, não houve correções a serem feitas, porém na Compatibilização 05, foram encontradas divergências, como mostra a Figura 06, revelando inexatidão no uso da base do projeto para a elaboração dos complementares. Esta incompatibilidade pode impactar em orçamentos e quantitativo de material inexatos.



Fonte: Construção do autor.

Além das incompatibilidades encontradas entre os projetos, o Arquiteto responsável pela execução da obra relatou adendos retrabalho em pontos elétricos e a ausência de alterações nas alvenarias. Assim, os itens listados abaixo foram identificados por ele como resultado de falta de planejamento, compatibilização de projetos, quantitativos e memorial descritivo e gestão em obra:

1. Necessidade de vergas sobre as portas principais em virtude de sua esbeltez;
2. Pilares projetados em dimensões não condizentes com a espessura da alvenaria pronta, havendo necessidade de redimensionamento em obra;
3. Anexo de pergolados em algumas aberturas para proteção contra intempéries;
4. As lajes, que foram projetadas como treliçadas, mas passaram a ser maciças;
5. Reparos em emparelhamento do gesso no auditório, especificamente no setor da plateia;
6. Alteração na tipologia das luminárias do saguão de entrada foram trocadas, em função do estilo contemporâneo e qualidade;

7. Emparelhamento do reboco na parede principal de descida da escada para o anfiteatro em virtude do desencontro da parede do outro pavimento;

8. Cobertura da parte motorizada da plataforma elevatória, que ficou aparente, solucionado pelo uso de vidro fumê estruturado em alumínio.

Quanto a influência de retrabalhos e incompatibilidades encontrados sobre o cronograma da obra, que inicialmente foi planejada para o período de dez meses, não foi possível obter resultados. A construção iniciou em março de 2014 e foi finalizada em abril de 2016, um período de cerca de 25 meses, em virtude de paralisação por ordens administrativas, retificações do projeto, liberação de recursos pela Secretaria da Cultura, aumento dos gastos e gestão contratual do construtor. Também foi dito que a construtora envolvida possuía a execução de outro projeto municipal em andamento, impossibilitando sua contratação e fazendo necessária busca por outros profissionais.

Das incompatibilidades encontradas e discutidas com os responsáveis pelo acompanhamento e execução da Casa de Cultura, foi possível mensurar custos aproximados. Sabe-se que algumas das alterações não foram possíveis de mensurar devido à falta de dados específicos de quantitativo de materiais.

O valor gasto nos pergolados não foi fornecido, mas um orçamento para fins de aproximação de valores foi realizado com a empresa FKR Esquadrias, especializada em esquadrias de alumínio. Somando custos de pergolado de 6.20x1.20 metros com vidro incolor temperado (de R\$ 6.100,00), e somado às três janelas de 4.00x1.20 m, este valor de verba se aproxima de R\$11.821,80.

Por fim, a despesa não prevista foi calculada em um gasto aproximado de R\$ 86.865,68 além do orçamento da obra e planejado inicialmente, conforme a Tabela 02. Não foi possível confirmar o valor final da obra pois não houve acesso aos documentos de prestação de contas finais da edificação.

Tabela 02 – Incompatibilidades, retrabalhos e itens sem planejamento prévio

<b>GASTOS NÃO PREVISTOS</b>	
Vergas sobre as portas principais	R\$ 5.000,00
Redimensionamento de tijolos (maciço)	R\$ 10.200,00
Pergolados em aberturas	R\$ 11.821,80
As lajes maciças	não especificado
Reparos em gesso no auditório	R\$ 298,18
Luminárias	R\$ 7.000,00
Reparos no reboco na parede principal	R\$ 279,34
Vidro decorativo na plataforma elevatória	R\$ 50.000,00
Desbaste em alvenaria e estrutura para pontos hidráulicos e elétricos	R\$ 1.767,06
Acréscimo de 10 pontos elétricos não previstos	R\$ 499,30
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 86.865,68</b>

#### 4 CONCLUSÃO

A obra teve seu planejamento para 10 meses, tendo iniciado em março de 2014 e finalizada em abril de 2016, chegando a 26 meses com atraso justificado por atraso em liberação de verba e burocracias de órgão público, não havendo relatos de atrasos em entrega de materiais, por exemplo. O custo inicial da obra foi orçado no ano de 2011, segundo Fortes Arquitetos e Associados em R\$ 659.866,51.

Quanto às incompatibilidades encontradas, considerando as correções de projeto entre si, prévia instalação elétrica e hidráulica localizada no projeto estrutural e os retrabalhos e custos adicionais, foi encontrado um custo aproximado de R\$ 86.865,68 gastos em retrabalhos e incompatibilidades.

No que se refere ao investimento de um Coordenador de projetos ou a ação de compatibilizar os mesmos, a média salarial é de R\$ 5.320,00 (segundo o portal Vagas), no ano vigente. Se considerado que a prestação de serviço de um Coordenador de Projetos equivalesse o custo do projeto arquitetônico, o valor seria de R\$ 20.735,76.

Assim, tendo os responsáveis pelo projeto e execução de obra confirmado que as incompatibilidades e ações não planejadas poderiam ter sido evitadas e melhor dimensionadas em período de planejamento de projeto conclui-se que, o valor investido no serviço de Coordenação de projetos e conseqüentemente a compatibilização se torna favorável se comparado ao valor estipulado de gastos não previstos. Conclui-se, portanto que a compatibilização geraria uma economia significativa à prefeitura se previamente executada, mostrando-se eficiente e um investimento necessário.

#### AGRADECIMENTOS

À Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - URI Campus Santo Ângelo, pela possibilidade de estudo da compatibilização de projetos na graduação. A Universidade Franciscana e ao Programa de Pós-Graduação em Nanociências e a Capes e CNPq, pelo apoio.

**REFERÊNCIAS**

ABNT NBR 13531:1995 – Elaboração de Projetos de Edificações - Atividades técnicas

ABNT NBR 5670:1977 - Seleção e contratação de serviços e obras de engenharia e arquitetura de natureza privada

ADESSE, E.; MELHADO, S. B. Coordenação de projetos externa em Empresas Construtoras de Pequeno e Médio Portes. **Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, São Carlos, 2003.**

BALDAM, Roquemar. AutoCAD® 2016: Utilizando Totalmente. Saraiva Educação SA, 2015.

BUSS, Arthur Guilherme; CARNEIRO, Deborah Deah Assis; LÉDO, Byatriz Cordeiro. Aplicação do bim na compatibilização de projetos complementares/Bim application in compatibilization of additional projects. **Brazilian Applied Science Review**, v. 4, n. 1, p. 319-332, 2020.

CHIPPARI, Patrizia et al. Compatibilização de projetos economiza tempo e dinheiro. Disponível em: <<http://www.aecweb.com.br>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

FABRICIO, Márcio Minto; BAIA, Josaphat Lopes; MELHADO, Silvio Burrattino. Estudo do fluxo de projetos: cooperação sequencial x colaboração simultânea. 1999.

KATORI, Rosa. AutoCAD 2018: projetos em 2D e recursos adicionais. Editora Senac São Paulo, 2019.

MELHADO, Silvio Burrattino. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção.** 1994. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MONTEIRO, Ana Caroline Nogueira; SOBRINHO Jr., Antônio da Silva; CAVALCANTI, Stewart Crispim; PEREIRA, Evelyne Emanuelle. Compatibilização de projetos na construção civil: importância, métodos e ferramentas. **Revista Campo do Saber**, v. 3, n. 1, 2017.

NASCIMENTO, José. A importância da compatibilização de projetos como fator de redução de custos na construção civil, 2014. **Revista Especialize On-line IPOG**, Goiânia, nº 7 v..01, 2014.

VIEIRA, Gabrielli; DA SILVEIRA, Samuel João; DE ALBUQUERQUE, Juliana Guarda. Levantamento dos retrabalhos na construção de edifícios multifamiliares em Florianópolis avaliando empresas com certificação PBQP-H nível A. **Revista Interdisciplinar de Tecnologias e Educação**, v. 3, n. 1, 2017