

# INCOMPATIBILIDADE DE PROJETO DE DRENAGEM X SOLUÇÕES ADOTADAS NO CANTEIRO DE OBRAS: UM ESTUDO DE CASO

*Data de submissão: 07/04/2023*

*Data de aceite: 02/05/2023*

**Bruno Lino Ferreira**

Centro Universitário Newton Paiva  
Belo Horizonte, MG, Brasil

**Alvimar Alvares Malta**

Professor orientador – Centro Universitário  
Newton Paiva  
Belo Horizonte, MG, Brasil

**RESUMO:** A busca por prazos cada vez menores das obras de engenharia, tem feito com que a compatibilização de projetos seja muitas vezes ineficiente ou inexistente. Diante disso, a fim de se atender às especificações e necessidades de cada empreendimento, a análise crítica, alteração de concepção de projeto e tomada de decisão dentro do canteiro de obras se torna muitas vezes necessária. Porém, por mais que as incompatibilidades de projetos sejam solucionadas em canteiro de obras, a tendência do aumento do custo proveniente dessas falhas pode ser observada. Dentro deste contexto, este trabalho traz um estudo de caso, onde a incompatibilidade de projetos ocasionou a necessidade de solução dentro do canteiro de obras, e, com isso, pretendeu-se analisar a solução encontrada pelos profissionais da obra

quanto à sua viabilidade técnica.

**PALAVRAS-CHAVE:** Incompatibilidade. Projeto. Viabilidade.

## INCOMPATIBILITY OF DRAINAGE PROJECT X SOLUTIONS ADOPTED AT THE CONSTRUCTION SITE: A CASE STUDY

**ABSTRACT:** The search for ever shorter deadlines for engineering works has made the project compatibility often inefficient or non-existent. Therefore, in order to meet the specifications and needs of each project, critical analysis, change in project design and decision making within the construction site is often necessary. However, as much as the project incompatibilities are resolved at the construction site, the tendency of the increase cost resulting from these failures can be observed. Within this context, this work presents a case study, where the projects incompatibility led to the need for a solution within the construction site, and, with that, it is intended to analyze the solution found by the professionals of the work regarding its technical viability.

**KEYWORDS:** Incompatibility. Project. Viability.

## INTRODUÇÃO

No Brasil, qualidade e prazo no desenvolvimento de projetos e execuções têm apresentado mudanças significativas, tendo em vista as evoluções tecnológicas, mercado mais exigente e competitivo e da menor disponibilidade de recursos (BREMER et al., 2013).

Yang e Wei (2010) informam que a fragmentação de etapas de projeto e execução de obras promovem diversas dificuldades relativas à coordenação dos projetos, impactando diretamente no custo final, ao gerar baixa produtividade e qualidade do produto final.

Diante deste cenário de prazos cada vez mais curtos, além da cisão de etapas de projeto, a ocorrência de incompatibilidades para serem decididas em campo tem sido observada com certa frequência em diversas obras de engenharia. Com isso, a análise crítica dos profissionais do setor de execução de obras e fiscalização tem se tornado uma prática bastante frequente dentro do canteiro de obras. Em grande parte, elas são necessárias para a previsão de incompatibilidades de projeto, e atenuação de custos delas provenientes, e/ou atendimento às especificações de escopo.

Porém, ressalte-se que a compatibilização de projetos em obra com a definição da solução para os problemas apresentados possui limitação de alcance, já que o fator tempo dentro do canteiro também é um dos dificultadores, bem como a ausência da análise teórica do projeto. Além disso, em função dos serviços predecessores ao projeto já terem sido iniciados, a grande maioria das soluções em canteiro eleva os custos do empreendimento em função da adequação técnica.

Diferente das empresas privadas, o poder público deve obedecer a procedimentos regulamentados e preestabelecidos na Lei Federal n.º 8.666/93 - revogada e substituída pela Lei Federal n.º 14.133/21, porém ainda em vigor até 01/04/2023 -, isto é, realizar licitações, procedimento este que, de acordo com Mello (2007, p. 505) pode ser definido como:

“um certame em que as entidades governamentais devem promover e no qual abrem disputa entre os interessados em com elas travar determinadas relações de conteúdo patrimonial, para escolher a proposta mais vantajosa às conveniências públicas”.

## PROJETOS DE INFRAESTRUTURA URBANA

Os projetos de infraestrutura urbana são considerados um conjunto de projetos que tem como base o funcionamento das cidades, isto é, ele considera os elementos que geram conforto à população com a construção do sistema viário, drenagem, canalização de água, esgoto e gás, energia elétrica, entre outros. (MOBUSS CONSTRUÇÃO, 2018)

### Projetos de Drenagem Urbana

A RGS engenharia (2021), descreve o projeto de drenagem urbana como um

manejo previsto para coletar águas provenientes da chuva e escoá-las para galerias ou esgotos ou cursos hídricos capazes de recebê-la. O crescimento das cidades gera maior aglomeração populacional e conseqüentemente maior impermeabilização do solo o que impede a percolação das águas pluviais.

Todo projeto de drenagem urbana é considerado tema de aspectos legais e institucionais públicos pois o saneamento básico é um direito assegurado pela Constituição Federal de 1988. A Constituição prevê, em seu art. 196, a obrigatoriedade de instituição de “políticas sociais e econômicas que visem à redução do risco de doença e de outros agravos e ao acesso universal e igualitário às ações e serviços para sua promoção, proteção e recuperação” (CONSTITUIÇÃO FEDERAL, 1988). Portanto, assuntos que dizem respeito ao saneamento básico de qualquer município devem ser executados pelo poder público, normalmente os próprios municípios, ou empresas terceirizadas, contratadas mediante licitação.

Dentre os benefícios da drenagem urbana para coletividade, pode-se citar a redução de doenças de veiculação hídrica, a redução de erosões e poluição de rios e lagos, a eliminação de águas estagnadas, a redução de danos às propriedades e risco de perdas humanas, o escoamento rápido das águas superficiais, a redução de custos de manutenção de vias públicas, entre outros. (RGS ENGENHARIA, 2021)

## **DRENAGEM PLUVIAL**

A drenagem pluvial pode ser definida como “um processo de controle e gerenciamento das águas da chuva. Seu principal objetivo é minimizar os problemas que esse excesso de água pode causar, como os deslizamentos de encostas e enchentes.” (LOXAM, 2020, p.1)

A drenagem pluvial pode ser dividida em dois tipos, drenagem superficial e drenagem profunda, os tópicos seguintes definem estes dois tipos de drenagem.

### **Drenagem superficial**

A drenagem superficial tem como objetivo interceptar e captar, conduzindo ao lançamento seguro, as águas provenientes de suas áreas adjacentes e aquelas que se precipitam sobre o corpo estradal, resguardando sua segurança e estabilidade. (DNIT, 2006).

Ainda segundo o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, para se ter um sistema de drenagem eficiente são necessários estudos para definição de qual o dispositivo ideal para ser empregado em cada situação. Dentre os dispositivos existentes para a realização da drenagem superficial estão as valetas, sarjetas, tubulações coletoras, descidas d’água, dissipadores de energia, escalonamento de taludes e corta-rios.

### **Drenagem profunda**

O DNIT (2006) informa que a drenagem subterrânea ou profunda é necessária para

sanar os problemas causados quando as águas pluviais se infiltram no solo, podendo formar lençóis subterrâneos. Tal situação é variável em função das graduações do solo, isto é, se são mais ou menos permeáveis. Com isso ela é influenciada pelo tipo de solo, topografia e clima. Problemas causados por nível de lençol freático superficiais também são resolvidos com dispositivos de drenagem profunda, com objetivo de interceptar o fluxo da água subterrânea através do rebaixamento do lençol freático.

Ainda conforme a mesma fonte, os dispositivos de drenagem profunda são os seguintes: drenos profundos, drenos espinha de peixe, colchão drenante, drenos horizontais profundos, valetões laterais e drenos verticais de areia.

## DISPOSITIVOS E MATERIAIS DE DRENAGEM

### Tubos Coletores

De acordo com a Techduto (2021), os tubos coletores de drenagem são definidos como dispositivos hidráulicos que possuem função de canalização das águas pluviais, isto é, encaminham a água de um determinado local, para outro, evitando o acúmulo de água no solo e consequentemente erosões e outros problemas oriundos da saturação do solo.

Existem diferentes materiais utilizados para a produção de tubos de drenagem, são eles o policloreto de vinila (PVC), o polietileno de alta densidade (PEAD) e o concreto. Cada um deles devem atender à um requisito específico definido para o material. Dentre as características de cada material, conforme Techduto (2021), cite-se as seguintes:

- a. Os tubos de concreto são resistentes, porém inflexíveis. Não garantem estanqueidade sem uso de borracha de vedação. Geram muita perda, mas apesar disso ainda são muito utilizados. Eles podem ser tubos ponta e bolsa ou tubos macho e fêmea, sendo que os tubos de ponta e bolsa podem ter junta rígida ou junta elástica;
- b. Os tubos de PVC são resistentes e duráveis, porém possuem um custo elevado e são difíceis de serem reciclados;
- c. Os tubos corrugados em PEAD possuem o melhor custo-benefício do mercado, são resistentes, atóxicos, flexíveis recicláveis e de fácil instalação, e estão sendo cada vez mais utilizados hoje em dia.

### Enrocamento

Conforme definição do DER-SP (2007):

O enrocamento é um dispositivo amortecedor formados por estrutura executada em pedra, destinado à proteção de taludes e canais, contra efeitos erosivos ou solapamentos, causados pelos fluxos d'água. O enrocamento pode ser de pedra arrumada ou lançada, rejuntadas ou não com argamassa. É utilizado na fundação de galerias e bueiros, ou ainda, caso especificado pela fiscalização, no adensamento dos materiais de fundação, para que

venham a apresentar as condições exigidas para fundação de galerias ou canais de concreto.

No caso de trabalharem como lastro para fundação de obra hidráulica, eles podem contribuir para a capacidade de carga do solo sob tubulações de drenagem, por conferirem maior resistência à solos com presença de água.

## Manta Geotêxtil

Segundo Mantas Brasil (2021), as mantas geotêxteis são não-tecidos permeáveis cuja aplicação, na construção civil, ocorre principalmente em obras de drenagem, mas pelas suas propriedades, também podem ser utilizadas quando há a necessidade de reforçar, filtrar ou separar o solo. Elas podem ser fabricadas com fibras de alta tenacidade, tanto em poliéster (PET) quanto em polipropileno (PP).

Características das Mantas geotêxteis	
Separação:	Podem ser utilizadas como elemento de separação em camadas de solos e estabilização de subleito, e como camada de separação na base de lastros ferroviários, impedindo que ocorra a interpenetração das camadas devido às cargas produzidas pelo tráfego.
Proteção:	Podem ser utilizadas como proteção mecânica de membranas impermeabilizantes em aterros sanitários, em canais de concreto ou em dutos enterrados.
Filtração:	Podem ser utilizadas como elemento filtrante na junção de galerias de águas pluviais com elementos pré-moldados de concreto, evitando a erosão interna do reaterro sobre a galeria. Seu uso também é indicado em sistemas de filtro para gabiões, além de diques de contenção, sistema de paliçadas e como camisas filtrantes para tubo drenos.
Drenagem:	Atuam como elemento filtro-drenante em obras viárias, quando da necessidade de rebaixar o lençol freático (utilização de drenos longitudinais paralelos ao longo da rodovia). Atuam também como elemento filtro-drenante de campos esportivos.
Reforço:	Atuam como elemento de reforço em projetos de muros de arrimo e taludes íngremes utilizando-se a técnica de solo-reforçado. Também são indicadas como reforço na base e capa asfáltica de pavimentos e em lastros ferroviários, além de seu uso como reforço em aterros apoiados sobre solos com baixa capacidade de carga.

Quadro 1 - Características das Mantas geotêxteis

Fonte: Fibratex (2021)

## COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

A NBR 5674 (ABNT, 1999, p. 2), define projeto como “a descrição gráfica e escrita das características de um serviço ou obra de Engenharia ou de Arquitetura, definindo seus atributos técnicos, econômicos, financeiros e legais”.

Segundo Tavares Junior (2001, p. 53) a “compatibilização de projetos torna-se uma ferramenta necessária para a melhoria da qualidade do projeto pela eliminação das não-conformidades apresentadas pelos mesmos”.

Existem vários fatores que podem afetar o prazo de uma obra, a disponibilidade

de materiais e equipamentos, o clima local, a topografia, os problemas ocasionados por incompatibilidades, entre outros. Diante disso, um dos pontos que tornam uma construção racionalizada é a atenção focada na fase de elaboração de projetos, em que a coordenação dos processos otimizados pode auxiliar na compatibilização, identificando interferências que possam vir a ocorrer na execução.

De acordo com Picchi (1993), a compatibilização de projetos se baseia em detectar interferências através da sobreposição, além de organizar reuniões com os projetistas e a coordenação envolvida, a fim de resolver possíveis problemas.

Ressalte-se que, hoje em dia, existem muitos softwares que realizam compatibilização de projetos, como o próprio AutoCAD ou a tecnologia *Building Information Modeling* (BIM), baseados em sobreposição ou conceito de projeto integrado. Mas, além deles, os levantamentos de campo, também são muito necessários para a redução de problemas de incompatibilidades.

Diante disso, observa-se que a compatibilização é essencial para verificar possíveis falhas de projetos. O Quadro 2 abaixo apresenta as principais delas.

Principais falhas de projeto
Falta de detalhamento dos projetos;
Incompatibilidades entre diferentes projetos;
Detalhamento inadequado dos projetos;
Erros ou diferenças de cotas, níveis, alturas;
Falta de especificação de materiais e componentes.

Quadro 2 - Principais falhas de projeto

Fonte: Fruet e Formoso Adaptado (1993)

Entretanto, mesmo com a importância e relevância da compatibilização de projetos, hoje, a tendência de aumento de velocidade das obras, associado a prazos cada vez mais reduzidos, permite constatar que a prática de levantamento de campo, bem como compatibilização de projetos por *softwares*, ainda não são realidade para muitas empresas. Percebe-se que essa prática tem aumentado nos últimos tempos, todavia ainda existem muitas empresas que não a utilizam, por ser um processo de análise mais lento e minucioso, o que resulta em problemas em inúmeros empreendimentos, como aumento de prazo, retrabalho, aumento de custo e desperdício de materiais.

## METODOLOGIA

Foram realizadas pesquisas bibliográficas em sites, artigos, monografias, dissertações e trabalhos de conclusão de curso para dar embasamento e fundamentação teórica ao tema de incompatibilidade de projetos e soluções ao problema proposto no

estudo de caso apresentado neste trabalho. Além disso, o autor deste trabalho participou de reuniões e acompanhamento de fiscalização e coordenação através da secretaria de obras do município de Contagem/MG, responsável pelo contrato.

Foi selecionado um estudo de caso em que foram coletados dados, informações, fotos e projetos de uma obra de pavimentação e drenagem realizada pela retromencionada secretaria de obras, na qual observou-se problemas de incompatibilidade no projeto de drenagem de uma das vias, em que a não consideração do greide atual desta via, levou a projetista a conceber uma rede que ficaria exposta sobre a via e posicionada abaixo do nível d'água no córrego à jusante, ou seja a tubulação estaria submersa no ponto de deságue, e, além disso, não foi considerado o nível de lençol freático superficial, em função disso, foi proposta uma tubulação que não era a mais adequada à execução. Neste estudo, serão verificadas as incompatibilidades e apresentadas as soluções propostas para sanar os problemas, também será discutido se as soluções propostas foram as mais viáveis tecnicamente ou se poderiam ter sido definidas outras soluções mais assertivas em relação à situação descrita.

Além das discussões sobre as soluções, o estudo de caso, também permite avaliar a relevância da compatibilização de projetos, mostrando como a incompatibilidade pode afetar prazos e orçamentos, promovendo prejuízos. No caso em análise, a obra é de natureza pública, executada com recursos da municipalidade, mas pode-se estender as tratativas aqui abordadas a quaisquer situações de incompatibilidades, não só em obras públicas como também nas privadas.

Para a realização do estudo foram seguidas as seguintes etapas procedimentais:

- Foram coletados os projetos de drenagem da via, bem como realizado um relatório fotográfico de todo o acompanhamento da obra desde a situação inicial.
- A partir das informações apresentadas no projeto bem como na situação de campo, foram levantadas as incompatibilidades apresentadas.
- Com as incompatibilidades listadas foram apresentadas as soluções encontradas em obra para os problemas.
- Diante das soluções foi realizada uma análise teórica sobre a solução proposta para definição da viabilidade técnica empregada para o problema.
- Posteriormente, foram discutidos possíveis pontos de melhoria para as soluções empregadas no estudo de caso.

## PROJETO

### Contextualização do Projeto

O projeto apresentado como estudo de caso, neste trabalho, faz parte de um conjunto de obras de infraestrutura do município de Contagem, em Minas Gerais. A contratação

das empresas responsáveis pela elaboração do projeto e pela execução da obra foi feita por meio de licitação, mecanismo utilizado pela administração pública para escolha da melhor proposta. Já a fiscalização da obra é de responsabilidade da Secretaria de Obras do município.

O projeto prevê a implantação da infraestrutura de algumas vias no bairro Estância Imperiais em Contagem-MG. As obras que estão sendo realizadas, são de drenagem pluvial das vias, pavimentação e obras complementares de urbanização. No total, 6 (seis) vias do bairro, que antes do início das obras não possuíam nenhuma infraestrutura, serão drenadas, pavimentadas e urbanizadas.

O estudo de caso analisou uma parcela do escopo total do contrato, mais especificamente, o projeto e obra de drenagem pluvial da avenida dos Teclados, localizada no referido bairro Estância Imperiais.

Por se tratar de obra pública, há uma preocupação, ainda maior, com a economia e atendimento ao escopo previsto com a minimização de volumes e materiais. Porém, isso não pode comprometer a qualidade da obra e nem prever propostas que estejam em desacordo com normas e manuais de construção. Atrelado a isso, a ausência de uma equipe para verificação dos projetos antes da execução da obra aumenta a probabilidade de ocorrências de erro, incompatibilidades, bem como ausência de informações necessárias à execução da obra. Dentro desse viés, é apresentado o problema do estudo de caso.

## Análise do Projeto

O projeto executivo de drenagem da via apresentado pela empresa responsável pela execução do contrato é parcialmente apresentado abaixo:

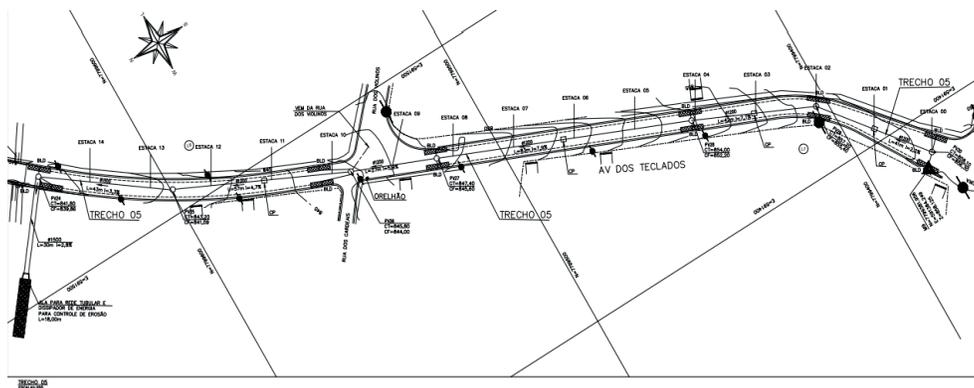


Figura 1 – Detalhe parcial do Projeto de Drenagem da Av. dos Teclados

Fonte: Secretaria de Obras de Contagem - MG (2021)

A partir de sua análise, foram observados alguns pontos que indicam algumas incompatibilidades assim como ausência de detalhamento, pontos estes que foram objeto

de estudo:

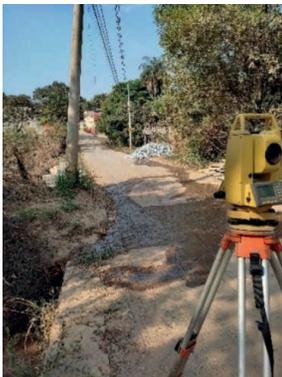
A- As curvas de nível apresentadas no projeto, estão incompatíveis com a situação em campo, portanto, as condições de projeto foram inviabilizadas durante a execução;

B- Não foi considerada a presença do nível d'água superficial no projeto, nem mesmo em nota de referido projeto. Tal presença, poderia impactar na execução da rede de drenagem.

Além das retromencionadas incompatibilidades, o projeto apresentou outras situações de mesma natureza, porém não foram objeto de análise deste estudo.

## LEVANTAMENTO DAS INCOMPATIBILIDADES X SOLUÇÃO PROPOSTA

Diante das incompatibilidades apresentadas no item anterior, foram analisadas as soluções encontradas pela equipe técnica responsável pela execução e fiscalização da obra:

LEVANTAMENTO DA INCOMPATIBILIDADE A-	
INCOMPATIBILIDADE OBSERVADA	Diferença entre a topografia do terreno e as curvas de nível apresentadas no projeto. Ver esquemático D da Figura 7.
PROBLEMA GERADO	Toda a rede precisou ser revista. Principalmente, em função do lançamento à jusante da tubulação, pois, caso fosse considerada as elevações previstas em projeto, a tubulação de lançamento, ou seja, o último trecho do sistema, ficaria totalmente submersa, com sua geratriz inferior abaixo do nível do fundo do córrego que recebe a tubulação. Ver esquemáticos A e B da Figura 7.
REVISÕES NECESSÁRIAS	Necessário revisão e definição, em obra, dos níveis das tubulações e poços de visita, respeitando as inclinações máximas das tubulações. Ver esquemático C da Figura 7.
LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO	
	
Figura 2 – Trecho final para execução da tubulação e lançamento no córrego. Fonte: Autor (2021)	Figura 3 – Levantamento topográfico para análise da instalação da rede. Fonte: Autor (2021)

<b>SOLUÇÃO PROPOSTA</b>	
<b>SOLUÇÃO 1</b>	Os responsáveis técnicos da obra, com o suporte da equipe de topografia, decidiram dar início às atividades do último trecho à montante e não à jusante conforme comumente executado, pois ainda estavam estudando como seria executado o lançamento de drenagem no córrego. A partir disso, deu-se início à obra respeitando as inclinações máximas previstas no caderno de encargos da SUDECAP. Diante disso, tornou-se necessário realizar um alteamento de trecho da via entre o lançamento e a rua dos Cardeais que corta a avenida (Ver Figura 4).
<b>SOLUÇÃO 2</b>	Outra medida que precisou ser tomada, foi alterar as tubulações previstas em projeto de Ø 1500 mm para Ø 1200 mm, pois mesmo com os ajustes das inclinações, recobrimentos e consideração de alteamento da pista, caso fosse utilizado a tubulação de Ø 1500 mm a geratriz inferior da tubulação ficaria abaixo da cota de lançamento do curso d'água à jusante. Esta alteração foi realizada a partir de consultoria e liberação da projetista, com afirmação de que o tubo de Ø 1200 mm ainda trabalharia em regime de escoamento livre com lâmina d'água máxima de 0,80 de H/D.
<b>SOLUÇÃO 3</b>	Por último, a fiscalização da Secretaria Municipal de Obras do município de Contagem observou que o córrego canalizado e localizado à esquerda do ponto de lançamento, conforme representado na Figura 8, estava com sua tubulação (Ø 1000 mm) de interligação sob a via, colmatada. Além disso, observou-se que a seção transversal do córrego em questão apresentava expressiva redução ao ser submetida à canalização para passagem sob a avenida dos teclados, o que ocasionava sempre problemas de enchente na região. Isso fez com que a obra optasse pela troca dessa tubulação, por duas aduelas (3,50 x 1,50) m de seção interna, com isso a seção transversal do córrego de aproximadamente 3,50 m não sofreria expressiva redução ao ser canalizada. Realizada, esta substituição, a tubulação de lançamento da rede de drenagem foi executada em paralelo à aduela para lançamento à frente da intervenção realizada pela obra, ver Figura 9.
<b>CROQUIS ESQUEMÁTICOS PARA AUXILIAR NO ENTENDIMENTO DO PROBLEMA</b>	
<p>A - ESQUEMÁTICO DE ACORDO COM AS CURVAS DE NÍVEL PREVISTAS NO PROJETO</p> <p>B - ESQUEMÁTICO DE COMO FICARIA A OBRA SE O PROJETO FOSSE EXECUTADO (EM FUNÇÃO DA DIFERENÇA DE TOPOGRAFIA)</p> <p>C - ESQUEMÁTICO DA SOLUÇÃO ADOTADA NO CANTEIRO DE OBRAS ALIANDO A TOPOGRAFIA REAL ÀS ADEQUAÇÕES DO PROJETO</p> <p>D - ESQUEMÁTICO DA DIFERENÇA DE TOPOGRAFIA (CURVAS DE PROJETO x SITUAÇÃO DE CAMPO)</p>	
<p><b>Figura 4 – Croqui 1: Esquemático para apresentação da incompatibilidade A-</b></p> <p>Fonte: Autor (2022)</p>	



Figura 5 – Croquis 2: Esquemático para apresentação da solução 3

Fonte: Autor (2022)

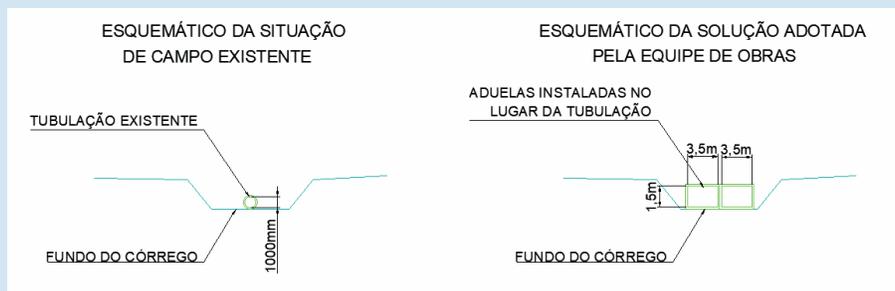


Figura 6 – Croquis 3: Esquemático para apresentação da solução 3

Fonte: Autor (2022)

### LEVANTAMENTO DA INCOMPATIBILIDADE B-

<b>INCOMPATIBILIDADE OBSERVADA</b>	Não consideração do nível d'água superficial.
<b>PROBLEMA GERADO</b>	Probabilidade de desmoronamento das paredes das valas durante a execução, carregamento de material, deslocamento da tubulação em função do carregamento de material, baixa capacidade de carga do solo saturado.
<b>REVISÕES NECESSÁRIAS</b>	Necessário revisão e definições para garantir, maior agilidade de execução, de modo a não manter as valas abertas por longo período, diminuindo a probabilidade de desmoronar as paredes das valas, garantir que o material de assentamento das tubulações não fosse carregado pela água de percolação do solo e garantir que não ocorresse o deslocamento da tubulação em função também do possível carregamento de material. Além de soluções com utilização de material filtrante para contenção de material impedindo o solapamento do solo.

### LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO



Figura 7 – Instalação da junta elástica.

Fonte: Autor (2021)



Figura 8 – Tubulação com junta elástica.

Fonte: Autor (2021)



Figura 9 – Compactação da brita 3 no fundo da vala.

Fonte: Autor (2021)



Figura 10 – Enrocamento de pedra de mão com nível d'água aflorado no fundo da vala

Fonte: Autor (2021)



Figura 11 – Tubulação envolta em manta geotêxtil e areia nas laterais para contenção da tubulação. Detalhe para a ausência das bordas externas da manta geotêxtil, a manta foi cortada e roubada na noite anterior à realização da foto.

Fonte: Autor (2021)



Figura 12 – Tubulação envolta em manta geotêxtil e areia para contenção da tubulação.

Fonte: Autor (2021)

<b>SOLUÇÃO PROPOSTA</b>	
<b>SOLUÇÃO 4</b>	<p>A necessidade de agilidade de execução se dava por dois motivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- O lençol freático era superficial, então o ideal era que as valas ficassem abertas pelo menor tempo possível para evitar desmoronamento.</li> <li>- A via é uma das principais do bairro, com alto tráfego de veículos, portanto as obras precisariam ser finalizadas o quanto antes.</li> </ul> <p>Diante disso, os responsáveis técnicos pela obra optaram pela utilização de tubulação de junta elástica, conforme Figuras 7 e 8, já que não estava claro no projeto qual a tubulação prevista para o trecho, e o método executivo das tubulações em junta elástica é mais rápido se comparado à tubulação ponta e bolsa, em função de não haver necessidade de execução de berço e contra berço para assentamento da tubulação. O assentamento deste tipo de tubulação pode ser feito diretamente sobre o fundo da vala após regularização e compactação, conforme orientação da SUDECAP.</p>
<b>SOLUÇÃO 5</b>	<p>Outra solução adotada, foi preparar o fundo da vala com a execução de enrocamento em pedra de mão e posterior camada de brita 3, ver Figuras 9, 10 e 13. Esta solução foi necessária pois, em função do nível do lençol freático superficial, o fundo da vala estava muito saturado, deixando o solo com capacidade de suporte baixa e com isso a tubulação poderia ser deslocada comprometendo a rede. Portanto, foi lançada uma camada de pedra de mão no fundo da vala, onde misturado à lama que estava no terreno pôde aumentar a capacidade de suporte do solo além de rebaixar o nível d'água.</p>
<b>SOLUÇÃO 6</b>	<p>Por fim, outra solução adotada, foi a de envolver o material drenante de preenchimento da vala em manta geotêxtil (BIDIM), ver Figuras 11, 12 e 13, a fim de permitir que houvesse a percolação de água tanto do tubo para o solo, quanto do lençol freático superficial, garantindo assim o correto confinamento da tubulação evitando possíveis patologias de solapamento da pavimentação ou deslocamento da tubulação.</p>
<b>CROQUIS ESQUEMÁTICOS PARA AUXILIAR NO ENTENDIMENTO DOS PROBLEMAS</b>	
<p>Figura 13 – Croqui 4: Esquemático para apresentação das soluções 5 e 6</p> <p>Fonte: Autor (2022)</p>	

Quadro 3 - Levantamento das incompatibilidades x Solução proposta

Fonte: Autor (2022)

## Verificação de viabilidade e pontos de melhoria

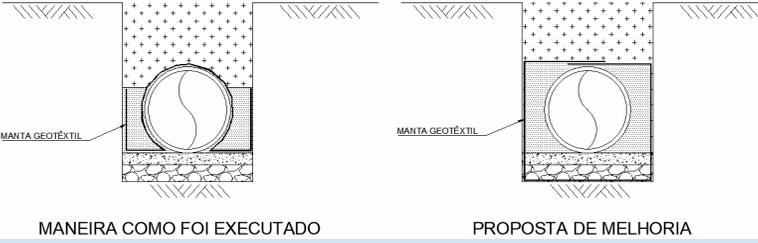
Para verificação da viabilidade das soluções adotadas no canteiro de obras, foram analisadas cada uma delas separadamente e em caso da não viabilidade técnica ou de alguma ressalva na solução, foi previsto algum ponto de melhoria. As verificações são

apresentadas no quadro a seguir:

INCOMPATIBILIDADE A- SOLUÇÃO 1 – Parte 1	
Início das atividades do último trecho à montante e não à jusante conforme comumente executado.	
<b>Justificativa:</b>	Em função da indefinição do lançamento do sistema no córrego quando da execução dos serviços do trecho.
<b>Embasamento Técnico:</b>	A SUDECAP (2020, p.12) informa que:  O assentamento deve ser executado de jusante para montante e o tubo seguinte deverá ser descido para assentamento, com o anel de vedação montado na ponta mesmo. O assentamento deve começar pelo encaixe da ponta do tubo com o anel na bolsa do tubo assentado.
<b>Viabilidade Técnica:</b>	Como as diretrizes da SUDECAP não foram atendidas, a solução adotada em obra é inviável tecnicamente.
<b>Ponto de Melhoria:</b>	Pontua-se que para sanar os fatores determinantes que justificaram a adoção da solução e permitir que todo sistema de drenagem profunda, seja sempre executado de jusante a montante conforme indicação da SUDECAP (2020). Primeiro, é necessário sempre que se tenha o levantamento topográfico correto/atualizado do trecho a ser executada a rede, para que possa ser definido, ainda em fase de projeto, todos os pontos, dispositivos, especificações e restrições do trecho. Assim sendo, não se deve deixar quaisquer indefinições que possam vir a existir, para serem definidas em fase de execução. Além disso, a partir do projeto realizado com base no levantamento topográfico correto e atualizado, o mesmo materializa a situação real de campo não se tornando necessário o controle das elevações em fase de obra, já que elas estarão definidas corretamente.
INCOMPATIBILIDADE A- SOLUÇÃO 1 – Parte 2	
Com relação às inclinações máximas.	
<b>Justificativa:</b>	Houve necessidade de ajustes das inclinações das tubulações em função da alteração da topografia prevista em projeto. Para tanto, foi realizado uma consulta à empresa fabricante dos tubos, FCK pré-moldados, em que ela informou que deveriam ser adotados os parâmetros indicados pela SUDECAP. Diante disso, os responsáveis pela fiscalização e execução de obras determinaram novas inclinações, respeitando os parâmetros da SUDECAP, de modo a proporcionar o correto funcionamento do sistema de drenagem.
<b>Embasamento Técnico:</b>	A SUDECAP (2020) limita as Inclinações dos dispositivos entre 0,4 % e 5 %. Além disso, a SUDECAP (2020) também sinaliza que:  Para o escoamento seguro e satisfatório, o dimensionamento hidráulico deve considerar o desempenho do bueiro com velocidade de escoamento adequada, além de evitar a ocorrência de velocidades erosivas, tanto no terreno natural, como na própria tubulação e dispositivos acessórios.
<b>Viabilidade Técnica:</b>	Como as diretrizes da SUDECAP foram atendidas, a solução adotada em obra é viável tecnicamente.
INCOMPATIBILIDADE A- SOLUÇÃO 2	
Alteração do diâmetro das tubulações de Ø 1500 mm para Ø 1200 mm.	

<b>Justificativa:</b>	Houve necessidade de alteração dos diâmetros das tubulações em função da alteração da topografia prevista em projeto, de modo a proporcionar o correto funcionamento do sistema de drenagem. Sem esses ajustes o desnível até o ponto de lançamento não seria o suficiente para execução de um sistema que funcionasse, para tanto, a equipe técnica realizou consultoria com a projetista responsável pelo projeto e ela garantiu que a tubulação poderia ser alterada, mantendo o sistema trabalhando em regime de escoamento livre com lâmina d'água máxima de 0,80 de H/D.
<b>Embasamento Técnico:</b>	De acordo com o DNIT (2006), em bueiros tubulares é admitido um valor para a relação d/D, variando de 0,20 a 0,80, optando-se em geral pelo valor máximo.
<b>Viabilidade Técnica:</b>	Como as diretrizes do DNIT foram atendidas, a solução adotada em obra é viável tecnicamente.
<b>INCOMPATIBILIDADE A- SOLUÇÃO 3</b>	
Troca da tubulação de Ø 1000 mm que passava sob a via para passagem do córrego, por duas aduelas de (3,50 x 1,50) m de seção interna.	
<b>Justificativa:</b>	Além da colmatação da tubulação de Ø 1000mm observou-se o estrangulamento da seção do córrego, o que ocasionava sempre problemas de enchente na região. Portanto com a troca pelas duas aduelas de (3,50 x 1,50) m de seção interna, pode-se observar que a seção total de passagem do córrego é de 7,00 m de largura e o córrego possui aproximadamente 3,50 m, portanto em período normal, as aduelas garantem a passagem das águas sem estrangulamento. Já em épocas de cheia, onde a vazão do córrego pode aumentar, foi realizado um estudo hidrológico da região para confirmação que as aduelas suportariam a passagem da água sem estrangulamento e definiu-se que as duas aduelas de (3,50 x 1,50) m eram suficientes e que o sistema ainda trabalharia em regime de escoamento livre com lâmina d'água inferior a 0,80 de H/D. O estudo hidrológico foi realizado pela empresa projetista, quando esta foi realizar consultoria sobre a alteração dos diâmetros das tubulações.
<b>Embasamento Técnico:</b>	Conforme mostrado na solução anterior, a relação h/D máxima indicada pelo DNIT (2006) é de 0,80 e, além disso, o DNIT (2006) informa que a descarga d'água é definida pelos estudos hidrológicos e a declividade definida pelo projetista, deve atender a esta descarga com a obra operando em condições de segurança.
<b>Viabilidade Técnica:</b>	Diante da realização dos estudos hidrológicos e confirmação da projetista, como as diretrizes do DNIT foram atendidas, a solução adotada em obra é viável tecnicamente.
<b>INCOMPATIBILIDADE B- SOLUÇÃO 4</b>	
Escolha da tubulação de junta elástica.	
<b>Justificativa:</b>	O terreno apresentava baixa capacidade de suporte, principalmente em função do nível superficial do lençol freático, e, também, as valas precisariam ser fechadas rapidamente, primeiro em função do risco de desmoronamento, segundo em função do alto tráfego de veículos na via, o que gerava a necessidade de liberação da pista o quanto antes.
<b>Embasamento Técnico:</b>	De acordo com a SUDECAP (2020), os tubos de concreto com junta elástica são indicados para uso em terrenos com baixa capacidade de suporte e em situações que exijam uma rápida execução e reaterro.
<b>Viabilidade Técnica:</b>	Como as diretrizes da SUDECAP foram atendidas, a solução adotada em obra é viável tecnicamente.
<b>INCOMPATIBILIDADE B- SOLUÇÃO 5</b>	
Execução do enrocamento de pedra de mão e camada de brita 3 no fundo da vala.	

<b>Justificativa:</b>	Em função do nível do lençol freático superficial, o fundo da vala estava muito saturado, deixando o solo com capacidade de suporte baixa e com isso a tubulação poderia ser deslocada comprometendo a rede. Foi executado no fundo da vala um enrocamento de pedra de mão e posterior lançamento de camada de brita 3. Por mais que não haja fontes especificando a necessidade de camada de brita 3 acima do enrocamento, conforme foi realizado, entende-se que a camada de brita 3 pode ser considerada parte deste sistema, e, além disso, caso não fosse executada esta camada, o fundo da vala não estaria nivelado para o assentamento da tubulação.
<b>Embasamento Técnico:</b>	A SUDECAP (2020) informa que quando o solo apresenta baixa capacidade de suporte no terreno de fundação, deve ser executado um enrocamento de pedra de mão jogada, ou atender à solução especificada no projeto.
<b>Viabilidade Técnica:</b>	Como as diretrizes da SUDECAP foram atendidas, a solução adotada em obra é viável tecnicamente.
<b>INCOMPATIBILIDADE B- SOLUÇÃO 6</b>	
Utilização de manta geotêxtil para envolver o material drenante de contenção da tubulação.	
<b>Justificativa:</b>	No caso específico da obra, o material de reaterro no envolvimento da tubulação foi substituído por material granular, areia. O material da vala não apresentava condições de compactação mínimas previstas pela SUDECAP (2020), em que ela informa que o material de envolvimento da tubulação pode ser o mesmo retirado da vala, se apresentar condições de compactação mínima, caso contrário, deve ser utilizado material apropriado. Diante da utilização da areia como material de envolvimento e da ocorrência de solo mole, adotou-se a utilização da manta geotêxtil para evitar contaminação e carreamento do material granular.
<b>Embasamento Técnico:</b>	A SUDECAP (2020) pontua que quando:  A ocorrência de solo mole e/ou orgânico na cota abaixo do assentamento, pode ser isolada com uso de manta geotêxtil evitando-se a contaminação do material de reaterro ou com a substituição do solo por material granular. Neste caso a decisão caberá ao engenheiro geotécnico responsável pelo projeto ou pelo FISCAL da obra.
<b>Viabilidade Técnica:</b>	As diretrizes da SUDECAP foram atendidas. Porém, a maneira com que a manta foi aplicada, não isolou completamente o material, pois não foi considerado envolvimento na parte superior da vala. Portanto, pode-se verificar que a solução adotada foi viável tecnicamente, com ressalva.

<b>Ponto de Melhoria:</b>	<p>Os responsáveis técnicos da obra, de maneira correta entenderam a necessidade de utilização da manta geotêxtil para a situação do terreno na obra. Porém, de acordo com a SUDECAP (2020), o material deve ficar isolado, e o modo com que foi aplicada a manta na obra, deixou a parte superior do material de envolvimento, sem isolamento. O material foi aplicado no fundo e nas bordas, mas não na parte superior, portanto não proporcionou o perfeito isolamento do material.</p> <p>Além disso, como a solução começou a ser empregada quando os trabalhos de assentamento dos tubos já tinham sido iniciados, a manta foi instalada na parte superior do tudo e rodeando quase toda sua geratriz, porém a instalação da manta poderia ter sido feita antes da disposição dos tubos e do material e depois previsto o fechamento da manta na parte superior, conforme indicado na Figura 14 abaixo.</p>
	 <p style="text-align: center;">MANEIRA COMO FOI EXECUTADO                      PROPOSTA DE MELHORIA</p> <p style="text-align: center;">Figura 14 – Croqui do modo executado versus proposição de melhoria para instalação da manta geotêxtil.</p> <p style="text-align: center;">Fonte: Autor (2022)</p>

Quadro 4 - Viabilidade Técnica e Pontos de Melhoria

Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

## CONCLUSÃO

Com o avanço do setor da construção civil existe cada vez mais a busca por profissionais qualificados que apresentem eficiência nos resultados dada a alta competitividade do mercado. Em função disso, a prática da compatibilização de projetos tem se tornado um diferencial, devido a sua extrema importância para se buscar, cada vez mais, processos construtivos eficazes que minimizem custos, desperdícios e otimizem tempo em fase de execução.

O estudo de caso apresentou uma obra de drenagem pluvial de uma das vias do município de Contagem-MG. Na análise de seu projeto, pôde ser observada algumas incompatibilidades, sendo duas delas, eleitas para serem tratadas no âmbito deste trabalho. A primeira delas se referia à diferença entre a topografia apresentada no projeto e a topografia real de campo, e a segunda à não consideração no nível d'água superficial no solo. Estas duas incompatibilidades foram objeto da propositura de seis soluções por parte da equipe técnica da Secretaria de Obras do município. Dentre as seis soluções executadas, nem todas se apresentaram viáveis tecnicamente com base em na literatura técnica, assim sendo, para aquelas ressaltadas tecnicamente, foram propostas melhorias de modo a possibilitar o seu correto uso em possíveis situações similares futuras.

Com o estudo de caso, a constatação de pontos de incompatibilidade de projeto e ausência de informações, evidenciou a necessidade de soluções no canteiro de obras pela equipe técnica. Neste cenário, verificou-se a importância de uma equipe qualificada para a proposição de soluções casuísticas para as incompatibilidades apresentadas.

O presente trabalho demonstrou a importância da realização da compatibilização de projetos, independentemente do método utilizado, a fim de sanar possíveis interferências, prever erros, falta de informações e busca de soluções por parte da equipe de execução de obras. Além disso, com base no estudo, é possível inferir que os investimentos em softwares de compatibilização podem auxiliar na redução de custos e assegurar a qualidade final do empreendimento/obra.

## REFERÊNCIAS

BREMER, C. F., OLIVEIRA, D. M., LOPES JUNIOR, J. M., OLIVEIRA, P. M. Avaliação das Práticas de Sustentabilidade Adotadas em Empreendimentos de Construção Civil de Belo Horizonte. **Construindo**, v. 5, p. 23-28, 2013.

CHIPPARI, Patrícia. **COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS ECONOMIZA TEMPO E DINHEIRO**. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/compatibilizacao-de-projetos-economiza-tempo-e-dinheiro/6907>. Acesso em: 05/10/2021.

DER-SP. **Especificação Técnica**. Departamento de estradas e Rodagem. DER-SP. Enrocamento. Código ET-DE-H00/011. Rev. A. 2007. São Paulo. 6p.

DNIT. **Manual de Drenagem de Rodovias**. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, DNIT. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. 2ª edição, Rio de Janeiro, 2006, 333 p.

FIBRATEX. **Geotêxtil**. 2021. Disponível em: <http://fibratex.com.br/produtos/geotextil>. Acesso em: 05/10/2021.

FRUET, G. M.; FORMOSO, C. T. Diagnóstico das dificuldades enfrentadas por gerentes técnicos de empresas de construção civil de pequeno porte. In: **SEMINÁRIO QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL – gestão tecnológica**, 1993, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre, 1993.

LOXAM DEGRAUS. **Drenagem de águas pluviais: entenda como funciona**. 2020. Disponível em: <https://www.degraus.com.br/drenagem-de-aguas-pluviais-entenda-como-funciona/>. Acesso em: 25/11/2021.

MANTAS BRASIL. **Manta Geotêxtil**. 2021. Disponível em: <https://www.mantasbrasil.com.br/geotextil/>. Acesso em: 05/10/2021.

MELLO, Celso Antônio Bandeira de. Curso de Direito Administrativo. 19ª Edição. **Malheiros Editores**. São Paulo. 2007.

MOBUSS CONSTRUÇÃO. **Infraestrutura urbana: como a construção civil auxilia no desenvolvimento das cidades**. 2018. Disponível em: <https://www.mobussconstrucao.com.br/blog/infraestrutura-urbana/>. Acesso em: 05/10/2021.

NTC BRASIL. **Manta Geotêxtil**. 2021. Disponível em: <https://www.ntcbrasil.com.br/manta-geotextil/>. Acesso em: 05/10/2021.

PICCHI, F.A. **Sistemas de qualidade: uso em empresas de construção de edifícios**. São Paulo, 1993. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

PHILIPPSEN JUNIOR, Luiz Adalberto - **AVALIAÇÃO DA GESTÃO E COORDENAÇÃO DE PROJETOS – aspecto qualidade – de obras públicas vinculadas à Lei n.º 8.666/93. Anais eletrônicos do 2º Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído...** Rio de Janeiro. PROARQ/FAU/UFRJ e PPG-IAU USP, 2011. Disponível em: (PDF) Avaliação da gestão e coordenação de projetos – aspecto qualidade – de obras públicas vinculadas à Lei n.º 8.666/93 (researchgate.net) Acesso em: 05/10/2021.

SILVA, P. G.; COSTA, S. R. R. **Gerenciamento de projetos em instituições públicas: um estudo de caso**. Disponível em <http://bom.org.br:8080/jspui/handle/123456789/1532> Acesso em: 05/10/2021.

SOUTO FILHO, José Ari Póvoas et al. **ANÁLISE DE INCOMPATIBILIDADES DE PROJETO NA EXECUÇÃO DE OBRA DE EDIFICAÇÃO: estudo de caso. Anais eletrônicos do IV Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído...** Viçosa. UFV, 2015. Disponível em: Locus Repositório Institucional da UFV: Análise de incompatibilidades de projeto na execução de obra de edificação: estudo de caso. Acesso em: 05 out. 2021.

SUDECAP. **Caderno de encargos: Drenagem**. Superintendência de Desenvolvimento da Capital - SUDECAP. Prefeitura de Belo Horizonte. Belo Horizonte, Capítulo 19, 3ª edição, 2008, 137 p.

TAVARES JÚNIOR, W.; BARROS NETO, J. de Paula; POSSAMAI, O.; MOTA, E. M. Um Modelo de Registro das Tecnologias Para Uso Na Compatibilização de Projetos de Edificações. **In: Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção**, São Carlos, SP, 2003.

YANG, J. B., WEI, P. R. Causes of Delay in the Planning and Design Phases For Construction Projects. **Journal of Architectural Engineering**, Reston, v.16, n.2, p. 80-83, 20