

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Programa de Pós-Graduação, Extensivo à Especialização em Engenharia
Sanitária e Tecnologia Ambiental “Lato Sensu”

DIFICULDADES ENCONTRADAS NA EXECUÇÃO DE OBRAS DE SANEAMENTO
EM CENTROS URBANOS:
Análise Conceitual e Estudos de Caso

Artur Augusto Varella Vargas

Belo Horizonte
2010

Artur Augusto Varella Vargas

**DIFICULDADES ENCONTRADAS NA EXECUÇÃO DE OBRAS DE SANEAMENTO
EM CENTROS URBANOS:
Análise Conceitual e Estudos de Caso**

Monografia apresentada ao Programa de Pós-Graduação, extensivo à especialização em Engenharia Sanitária e Tecnologia Ambiental “Lato Sensu” da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Sanitarista e Técnico Ambientalista.

Orientador: Professor Márcio Baptista

**Belo Horizonte
2010**

Artur Augusto Varella Vargas

**DIFICULDADES ENCONTRADAS NA EXECUÇÃO DE OBRAS DE SANEAMENTO
EM CENTROS URBANOS: Análise Conceitual e Estudos de Caso**

Trabalho apresentado à disciplina de Engenharia Sanitária e Tecnologia Ambiental
da Universidade Federal de Minas Gerais.

Belo Horizonte, 2009.

MÁRCIO BAPTISTA

Márcio Baptista (Orientador) – Universidade Federal de Minas Gerais

AGRADECIMENTOS:

*A
Deus,
pela vida.*

*Aos meus pais,
Pela educação recebida.*

*A
minha esposa, Vânia,
e meus filhos, Luiz Gustavo, Eduardo Henrique e João Vitor,
pela paciência e incentivo.*

RESUMO

O presente estudo, desenvolvido a partir da análise de dois casos concretos, traz à tona duas questões problemáticas que são de conhecimento geral de todos, mas que muito pouco tem sido feito para evitá-las: atrasos nos prazos de entrega e alterações orçamentárias vultosas, nas obras de saneamento em centros urbanos. Tais questões são decorrentes das dificuldades encontradas durante a execução dessas obras, e têm sua origem na ação isolada ou combinada de diversos fatores, intervenientes e relevantes, de natureza social, técnica, ambiental, meteorológica, geológica, etc., não previstas nos projetos e nos orçamentos.

Com a finalidade de contribuir para a redução da influência desses fatores, foram identificados, ao final, alguns procedimentos preventivos, de fundamental importância para harmonizar, em um objetivo único, o desenvolvimento social e econômico à preservação do meio ambiente e da própria espécie humana.

Palavras-chave: Obras de saneamento, execução de obras, dificuldades em obras, atrasos de obras, alterações orçamentárias, procedimentos preventivos.

ABSTRACT

The current study, developed from the analysis of two concrete cases, sheds light on two problematic issues which are well known by all but that have been dealt with inefficiently in order to avoid them: delays in delivery deadlines and huge budgetary alterations in sanitation works in urban centers. Such issues are derived from the difficulties found during the execution of these works, and have its origin in isolated or combined actions of several relevant factors, of social, technical, environmental, meteorological, geological nature and others, not forecast in the projects and budgets.

With the purpose of contributing for the reduction of the influence of these factors, some preventive procedures of fundamental significance, in the end, have been identified to balance, as unique objective, the social and economic development in order to preserve the environment and the human species.

Word-key: Sanitation works, execution of works, difficulties in works, delays in sanitation works, preventive procedures.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	08
2	OBJETIVOS	13
2.1	Objetivo geral	13
2.2	Objetivos específicos	13
3	REVISÃO DE LITERATURA	14
3.1	Pequeno histórico sobre obras de saneamento	14
3.2	Aspectos normativos e contratuais das obras de saneamento.....	15
3.3	Metodologia construtiva usual de obras de saneamento.....	22
3.4	Problemas relativos às obras de saneamento.....	26
4	METODOLOGIA	31
5	ANÁLISE DOS FATORES INTERVENIENTES NA REALIZAÇÃO DAS OBRAS	32
5.1	Ocupação desordenada das margens dos córregos e o processo de desapropriação e remoção assistida	36
5.2	Projetos executivos, alterações de projetos e especificações	41
5.3	Condições meteorológicas	49
5.4	Redes e estruturas de concessionárias de serviços públicos	53
6	ANÁLISE DOS RESULTADOS – PROCEDIMENTOS PARA ATENUAÇÃO DOS IMPACTOS.....	58
7	CONCLUSÕES.....	67
8	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68

1. INTRODUÇÃO

A ocupação desordenada das margens dos cursos d'água, decorrente de fatores históricos e processos sociais que moldaram esta prática, bem como a dificuldade do poder público de administrar os problemas sócio-ambientais decorrentes da mesma, terminam por exigir, a partir de um determinado momento, a implantação de projetos de intervenção, que tenham por objetivo a construção e legitimação de novas formas de ocupação dessas áreas, onde as variáveis ambientais, sociais e urbanas sejam amplamente consideradas.

A situação se agrava à medida que mais afluentes são canalizados na tentativa de eliminar as enchentes, mas que de fato apenas aumentam a velocidade das águas canalizadas e que assim chegam com maior rapidez ao leito dos rios principais, que por sua vez não comportam o volume de água quando as chuvas são intensas.

“Cedo ou tarde, o rio se vingará”, afirmava JAIME LERNER, engenheiro civil, arquiteto e urbanista, em uma palestra, no início dos anos 1980 (Reis, 2005).

As práticas de ocupação e posterior degradação dos fundos de vale nas cidades repetem-se nas análises de vários autores, tal como citado por LOMBARDO (1985) e CUNHA (2003), e podem ser reconhecidas em casos de:

- Desmatamento;
- Erosão;
- Assoreamento dos rios e riachos;
- Impermeabilização do solo urbano;
- Contaminação dos mananciais e do lençol freático;
- Ocupação por habitações subnormais e inseguras física, social, econômica e ambientalmente
- Epidemias e doenças;
- Enchentes urbanas.

Assim, quando vêm as chuvas, todo ano o rio se vingará e transborda da calha que o contém. É aí que a natureza mostra sua **cara urbana**. O noticiário dos telejornais e seus vôos de helicópteros falam dos congestionamentos, casas alagadas (Figura 1). Há choro pela perda de bens, quando não de familiares.

Repetem-se também as explicações-padrão das autoridades, atropeladas pelos acontecimentos.



Figura 1 – Casa alagada. O rio transborda e inunda as benfeitorias marginais.

A recente e acelerada urbanização das cidades acentua a exclusão social, avoluma a marginalização e violência e provoca demandas sociais e ambientais que exigem, dos governos, decisões e programas mais efetivos e eficazes, tanto para prevenção quanto para promoção da saúde.

Assim sendo, existem duas formas de lidar com o problema das inundações nas bacias hidrográficas urbanas: as soluções *estruturais* e as *não estruturais* (TRAVASSOS, 1995). As estruturais são aquelas quando há intervenção através de obras de infra-estrutura do leito do rio e as não estruturais quando há implementação de um conjunto de ações sobre o uso e ocupação do solo.

Na adoção da solução estrutural, as obras de infra-estrutura que se fazem necessárias, tais como movimentos de terra, galerias de concreto, drenagens, interceptores, pavimentações e urbanizações, são executadas em etapas individuais e sucessivas, podendo até haver, conforme cronograma concebido para o empreendimento, uma simultaneidade de ações. Todavia, durante a execução de tais obras, existem fatores de natureza social (desapropriações), técnica (projetos), ambiental (sustentabilidade), meteorológica (enchentes), geológica (deslizamentos), etc., que interferem diretamente nos prazos e custos das mesmas.

Um exemplo a ser citado é o da **vizinhança da obra** que, em centros urbanos altamente povoados, é constituída de uma gama de benfeitorias construídas sem qualquer licença, aprovação, critério e/ou acompanhamento técnico, e resultante de um processo de ocupação desordenada das margens dos córregos, muitas vezes

sobre áreas já anteriormente desapropriadas por outros órgãos (por exemplo, DNIT, Companhias de Saneamento, etc.).

Estamos falando aqui de benfeitorias existentes no entorno da obra em execução e não das que estão diretamente no **caminho da obra** propriamente dita, uma vez que estas, por sua vez, já foram objeto de processos de desapropriação e/ou de remoção assistida e não deveriam mais ser, embora não seja isso que ocorra como veremos adiante, objeto de entrave à execução dos serviços.

Constata-se então que tais benfeitorias, mesmo estando fora do **caminho da obra**, começam a apresentar um processo gradativo de deterioração de sua estrutura física, com agravamento dos danos já porventura existentes e com a ocorrência de novos, tais como abatimentos de pisos, deslocamento de paredes, mais fissuras e trincas (Figura 2), em decorrência da movimentação dessa camada de **solo mole**, que vem comprometer a estabilidade do imóvel e a segurança de seus ocupantes.



Figura 2 – Trincas decorrentes de movimentação do terreno em benfeitoria localizada fora do trecho da obra.

Daí em diante surgem os problemas. Quando não ocorre a interdição da obra, por moradores, associações de bairro, etc., faz-se necessário interromper a seqüência de serviços para reparar os estragos causados ou, conforme a gravidade do caso, remover o(s) morador(es) ocupante(s) da(s) benfeitoria(s) afetada(s). Tudo

isso depende tempo e recursos, tanto humanos quanto materiais, e pode-se afirmar, com certeza, não foram previstos nos custos da obra.

Outro exemplo a ser citado, **o fator interferências com redes de concessionárias de serviços públicos:**

Existe uma gama interminável de redes de água pluvial, esgotamento sanitário, eletricidade, telefonia, lógica, gases, etc., enterradas sob as vias públicas, passeios, canteiros e até mesmo sob edificações ocupadas. Muitas dessas estruturas não têm cadastro e/ou *as built* ou quando se tem, às vezes não expressam exatamente a correta localização das mesmas.

Deparar com uma interferência, seja ela qual for, cadastrada ou não, contribui bastante para atrasos e acréscimos nos custos das obras. Quando isso ocorre, mesmo sem que haja danos à mesma, faz-se necessário, de imediato, paralisar a frente de serviços e em seguida providenciar ou o remanejamento ou meios de desviar-se dela. Quando a interferência é destruída, seja lá por qual motivo, as conseqüências são bastante piores, pois existem riscos imediatos que, conforme o tipo da mesma pode danificar o patrimônio público, bem como colocar vidas em situações de risco de morte (tubulações de gases, adutoras, redes de alta tensão, etc.).

Algumas interferências, quando são danificadas durante a execução das obras, podem deixar toda uma região sem água, energia, telefone ou informação, como por exemplo, adutoras e/ou redes de distribuição de água potável.

Outras, por sua vez, quando descobertas, evidenciam uma situação grave e descontrolada. É o caso de redes de drenagem que conduzem esgoto sanitário clandestinamente (Figura 3). Tal fato contribui para a corrosão das tubulações de concreto, uma vez que as mesmas são projetadas especificamente para conduzir águas pluviais e não o esgoto. Como são clandestinas, não se pode interrompê-las e tal fato exige a paralisação da frente de serviços e todo um processo à parte para remanejá-la ou ultrapassá-la.



Figura 3 – Interferências: ao centro, rede de água pluvial, DN 1000, com esgoto clandestino. À esquerda e ao fundo, detalhes da demolição de uma galeria de concreto moldado interferente com a galeria pré-moldada em execução. À direita, galeria existente aproveitada

Seja qual for à interferência, o fato é que com ou sem danos, a sua presença envolve custos, seja para remanejamentos ou para reparações, na maioria das vezes, não previstos em planilhas de orçamentos.

Sendo assim, pode-se antever que os diversos fatores intervenientes que aqui serão abordados constituem uma questão bem mais ampla e que o sucesso relativo à implantação de um empreendimento extrapola, em muito, as concepções dos projetistas e a capacidade dos softwares modernos.

O presente trabalho contextualizará, portanto, as dificuldades existentes na execução de obras de saneamento e fará uma análise conceitual sobre os diversos fatores que têm, ou podem ter influência direta na execução de cada etapa/trecho mencionado no subitem anterior, o que influenciará na prorrogação de prazos e no aumento dos custos das obras, a saber:

- Ocupação desordenada das margens;
- Desapropriações e remoções;
- Projetos e especificações;
- Condições geológicas;
- Condições meteorológicas;
- Redes diversas de concessionárias de serviços públicos;
- Alterações de projeto.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desse trabalho é apontar as dificuldades que são encontradas durante a execução de obras de saneamento em função de diversos fatores de natureza social, técnica, ambiental, meteorológica, geológica, entre outros.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar os diversos fatores passíveis de acarretar dificuldades na realização das obras, que de forma isolada ou combinada podem acarretar atrasos e alterações orçamentárias.
- Estabelecer a implicação desses fatores com os prazos e custos previstos/orçados;
- Identificar procedimentos que visem atenuar a influência negativa de tais fatores com base em obras realizadas.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Pequeno histórico sobre obras de saneamento

Segundo SOUZA (2007), o saneamento como promoção da saúde é uma intervenção multidimensional que se dá no ambiente (considera-se suas dimensões física, social, econômica, política e cultural), que visa a saúde (entendida como qualidade de vida; erradicação da doença pelo combate integral às suas causas e determinantes) por meio da implantação de sistemas de engenharia, associada a um conjunto de ações integradas.

Segundo HELLER e RESENDE (2002), ao longo da história da humanidade, o espaço físico sempre foi marcado por mudanças estruturais relevantes. Embora as civilizações de diferentes regiões não se inter-relacionassem, as suas formas de atuarem no processo saúde-doença já mostravam o seu conhecimento sobre a relação saneamento-saúde.

Segundo a cronologia apresentada por HELLER e RESENDE (2002), remonta a 4.000 a.C a existência, em algumas cidades, de infra-estrutura sanitária. Em 2.600 a.C tem-se a construção de condutos subterrâneos para a disposição das águas servidas, ao longo de *Tell-Asmar*, próximo à cidade de Bagdá. No Século IV a.C tem-se a implantação, entre os Montes *Palatino* e *Aventino*, de drenos subterrâneos para a drenagem de águas de infiltração e para a coleta dos esgotos.

E assim sucessivamente, da idade média aos dias de hoje, após inúmeras epidemias, estudos, descobertas e invenções, os países capitalistas estabeleceram os problemas de saúde como prioritários. A iniciativa privada passou a atuar em parceria com as cooperativas para realização de programas sociais, o que, segundo HELLER e RESENDE (2002), promoveu o aumento da expectativa de vida, das taxas de natalidade e o declínio das taxas de mortalidade.

Atualmente, essas parcerias refletem-se nos projetos para intervenções no meio ambiente, sobretudo nas áreas urbanas, e têm sua origem nos planos diretores concebidos pelos municípios, e geralmente são compostos por um pacote de obras que abrange:

- Canalização do córrego
- Implantação e/ou otimização do sistema de drenagem

- Implantação do sistema de esgotamento sanitário
- Pavimentação
- Urbanização

O aumento populacional acima mencionado tem uma relação direta com os males provocados pela explosão demográfica, que trazem consigo outro aspecto que a cada ano ocupa com destaque o noticiário, que é o das enchentes urbanas, no período das chuvas.

Segundo a WEF¹ (1992), “as enchentes urbanas têm, historicamente, recebido menos atenção que outros elementos, tais como abastecimento de água, vias públicas, aeroportos e sistemas de coleta e tratamento de esgotos”.

Como o processo de urbanização intensificou-se nos últimos 40 anos, estendendo-se até sobre áreas inicialmente rurais, as conseqüências da carência de gerenciamento dessas enchentes tornaram-se óbvias. A urbanização causa um incremento significativo de volumes e transbordamentos. Se não são previstos ou tampouco providenciados tratamentos adequados para esses fatores, pequenas tempestades podem inundar ruas, interromper tráfego e causar danos às propriedades. As grandes tempestades alagam córregos e rios, causam danos graves às propriedades bem como ameaçam vidas. A construção de sistemas para prevenção e/ou proteção contra enchentes urbanas freqüentemente têm sido deixados para trás com relação a outros problemas que acometem a infra-estrutura urbana. É nesse descompasso que se verifica entre o planejamento e a execução realização dessas obras de saneamento.

3.2. Aspectos normativos e contratuais das obras de saneamento

As obras de implantação das intervenções de infra-estrutura e intercepção de esgotos sanitários dos córregos de determinada bacia hidrográfica têm sua origem nos programas de Despoluição e Tratamento de Fundos de Vales concebidos pelos municípios².

¹ WEF – *Water Environment Federation*

² BRASIL – Lei Complementar nº 33, de 26 de dezembro de 2006, que institui o Plano Diretor do Município de Contagem e dá outras providências.

Com base nos projetos previamente contratados, o município elabora um Edital de Licitação, no qual estabelece a forma de execução, o regime e o tipo de empreitada, tudo em conformidade com a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, vigente e termos das suas supervenientes alterações.

O Edital de Licitação é, usualmente, composto de diversas cláusulas e anexos e pode apresentar a seguinte itemização:

- PREÂMBULO
- FORMA DE APRESENTAÇÃO DOS ENVELOPES
- ENTREGA DOS ENVELOPES:
- ENVELOPE DE Nº1 – DOCUMENTOS DE HABILITAÇÃO
- OBJETO
- CONDIÇÕES DE PARTICIPAÇÃO
- INFORMAÇÕES E ELEMENTOS ESCLARECEDORES DA LICITAÇÃO
- ENVELOPE Nº 02 – PROPOSTA COMERCIAL
- ORIENTAÇÕES GERAIS – DOCUMENTOS
- PREÇO DE REFERÊNCIA – VALOR ESTIMADO DA CONTRATAÇÃO
- JULGAMENTO DAS PROPOSTAS
- PRAZO DE EXECUÇÃO:
- RECEBIMENTO DOS SERVIÇOS E OBRAS:
- MEDIÇÃO E PAGAMENTO
- FISCALIZAÇÃO E SUPERVISÃO DOS SERVIÇOS E OBRAS:
- REAJUSTAMENTO DE PREÇOS:
- FONTE ORÇAMENTÁRIA
- CONTRATAÇÃO:
- DAS OBRIGAÇÕES:
- GARANTIA À EXECUÇÃO
- PEÇAS INTEGRANTES DO CONTRATO:
- ALTERAÇÕES DO CONTRATO:
- PUBLICIDADE:
- PREÇOS:
- CESSÃO DO CONTRATO E SUBCONTRATAÇÃO:
- RESCISÃO:
- DAS PENALIDADES

- RESPONSABILIDADE CIVIL:
- TRIBUTOS, OBRIGAÇÕES TRABALHISTAS E PREVIDENCIÁRIAS:
- PROTEÇÃO AMBIENTAL:
- DISPOSIÇÕES GERAIS:
- ANEXOS:
- ANEXO I - TERMO DE REFERENCIA
- ANEXO II – PLANILHA DE ORÇAMENTO
- ANEXO III – CRONOGRAMA FISICO FINANCEIRO
- ANEXO IV – PROJETOS (arquivo digital)

A planilha de orçamento acima referida (Anexo II) contém todos os serviços que deverão ser realizados para execução das obras e pode apresentar a seguinte itemização:

- Instalações preliminares e canteiro de obras
- Demolições e remoções
- Trabalhos em terra
- Galeria celular e/ou contenções
- Drenagem
- Pavimentação
- Urbanização e obras complementares
- Redes coletoras
- Interceptores
- Ligações prediais.

O cronograma físico-financeiro (Anexo III) apresenta, numa tabela de dupla entrada, os serviços que serão realizados e a sua distribuição percentual e financeira mês a mês, indicando as datas de início e término que deverão ser rigorosamente obedecidas, em função do prazo de execução estabelecido no edital de licitação.

Os projetos (Anexo IV), em meio digital e/ou físico, contém todas as informações técnicas sobre os serviços que serão executados, tais como locação da obra, medidas, cotas, referências de nível, detalhes construtivos, especificações de

materiais e serviços e metodologias executivas, e são desenvolvidos em conformidade com as normas técnicas brasileiras editadas pela ABNT³ e NR's⁴.

Na RMBH adota-se frequentemente o **Caderno de Encargos** para obras de infra-estrutura urbana, editados pela SUDECAP⁵ ou por concessionárias de serviços públicos, e apresentam, em sua maioria, a seguinte composição:

- 1 - APRESENTAÇÃO
- 2 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO
- 3 - MEMORIAL DESCRITIVO
 - 3.1 - SÍNTESE
 - 3.1.1 – *Introdução*
 - 3.1.2 - *Diagnóstico dos Aspectos de Interesse*
 - 3.1.3 - *Estudos Iniciais*
 - 3.1.4 - *Concepção do Projeto*
 - 3.1.5 - *Principais Elementos do Projeto*
 - 3.2 - ESTUDOS HIDROLÓGICOS
 - 3.2.1 - *Introdução*
 - 3.2.2 - *Período de Recorrência*
 - 3.2.3 - *Coeficiente de Escoamento*
 - 3.2.4 - *Tempo de Concentração*
 - 3.2.5 - *Intensidade do Projeto*
 - 3.2.6 - *Determinação das Vazões*
 - 3.2.7 - *Resultados Obtidos*
 - 3.3 - ESTUDOS GEOTÉCNICOS
 - 3.3.1 - *Introdução*
 - 3.3.2 - *Estudos do Subleito*
 - 3.3.3 - *Estudos de Materiais*
 - 3.3.4 - *Apresentação dos Resultados*
 - 3.4 - PROJETO GEOMÉTRICO
 - 3.5 - PROJETO DE CANALIZAÇÃO / DRENAGEM
 - 3.5.1 - *Introdução*
 - 3.5.2 - *Drenagem Superficial*

³ ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

⁴ NRs – Normas Regulamentadoras da Portaria 3214 do Ministério do Trabalho

⁵ SUDECAP – Superintendência de Desenvolvimento da Capital

- 3.5.3 - *Drenagem Profunda*
- 3.5.4 - *Dimensionamento das Redes*
- 3.5.5 - *Considerações e Soluções Adotadas*
- 3.5.6 – *Apresentação dos Resultados*
- 3.6 - PROJETO DE TERRAPLENAGEM
- 3.6.1 - *Introdução*
- 3.6.2 - *Inclinação dos Taludes*
- 3.6.3 - *Cálculo de Volumes*
- 3.6.4 – *Substituição de Materiais do Subleito*
- 3.6.5 - *Distribuição de Massa*
- 3.6.6 - *Área de Empréstimo*
- 3.6.7 - *Bota-Fora*
- 3.6.8 – *Apresentação dos Resultados*
- 3.7 - PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO
- 3.7.1 - *Introdução*
- 3.7.2 - *Metodologia Empregada*
- 3.7.3 - *Concepção e Estruturas dos Pavimentos*
- 3.7.4 - *Especificações Básicas de Materiais e Serviços*
- 3.7.5 - *Cuidados Especiais de Acompanhamento da Execução do Pavimento*
- 3.7.6 - *Drenagem Profunda*
- 3.7.7 – *Apresentação dos Resultados*
- 3.8 - PROJETO DE CONTENÇÃO
- 3.9 - PROJETO ESTRUTURAL
- 3.9.1 – *Introdução*
- 3.9.2 – *Métodos de Cálculo, Normas e Softwares Adotados*
- 3.9.3 – *Cargas e Materiais*
- 3.10 - PROJETO DE OBRAS COMPLEMENTARES
- 3.11 - PROJETO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO
- 3.12 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS
- 4 - PLANILHA DE ORÇAMENTO
- 4.1 – RESUMO GERAL
- 4.2 – INFRA-ESTRUTURA
- 4.3 – ESGOTAMENTO SANITÁRIO
- 5 – CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO

O Caderno de Encargos para obras de infra-estrutura urbana da SUDECAP contém informações e instruções complementares necessárias à elaboração de projeto e execução de serviços e obras, objeto de contratos, tais como:

- Definição da padronização e da qualidade a serem adotados para os serviços, fornecimentos e produtos pertinentes ao objeto da licitação;
- Informações específicas sobre os serviços objeto da licitação e disposições técnicas do contratante;
- Regulamentação de preços e medições, que contenha a definição e o critério de medição de todos os itens da tabela de preços unitários da SUDECAP.

A execução das obras e serviços deverá obedecer, rigorosamente, às normas e especificações constantes deste Caderno de Encargos, bem como todas as prescrições do projeto básico, dos projetos complementares e de eventuais memoriais específicos, composto dos seguintes itens:

- Instalação da Obra
- Demolições e Remoções
- Terraplenagem
- Drenagem Urbana
- Galeria Celular e Estrutura de Concreto
- Pavimentação
- Urbanização e Obras Complementares
- Medicina e Segurança do Trabalho
- Complementos Técnicos

O item **Instalação da Obra** refere-se a todas as instalações provisórias que serão executadas junto à área a ser urbanizada, com a finalidade de garantir condições adequadas de trabalho, abrigo, segurança e higiene a todos os elementos envolvidos, direta ou indiretamente na execução da obra, além dos equipamentos e elementos necessários à sua execução e identificação.

O item **Demolições e Remoções** tem por objetivo fixar as condições gerais e o método de execução para os serviços que abrange demolições e remoções das obstruções existentes, naturais ou artificiais, entretanto, não inclui a demolição de construções específicas, que poderão ser objeto de contratação em separado.

No item **Terraplenagem** está estabelecido as condições gerais e o método executivo para os serviços de terraplenagem, bem como as conseqüentes interações em meio urbano.

O item **Drenagem Urbana** tem como objetivo estabelecer as bases fundamentais para a construção adequada de Alas de Rede Tubular, Rede Tubular de Concreto, e PVC, Bocas de Lobo, Caixas de Passagem, Poços de Visita, Descidas d'água, Drenagem Profunda, Sarjeta, Canaleta, Escoramento de Vala e Mini-túnel.

O item **Galeria Celular e Estrutura de Concreto** tem como objetivo definir formas e materiais a serem utilizados na construção de Barragens, Poços de Bombeamento, Enrocamento, Dreno, Canal e Bueiro Celular de Galeria, Poço de Visita, Grilha, Ala, Gabião, Caixa Coletora, Concreto e Argamassas, Formas e Cimbramentos e Armaduras.

No item **Pavimentação** contém as diretrizes básicas para a execução dos serviços de Regularização e Reforço do Subleito, Sub-bases e Bases estabilizadas granulometricamente, com ou sem mistura, Transporte de Materiais, Imprimação, Pintura de Ligação, CBUQ⁶, Tratamento Superficial, Concreto Pré-Misturado a Frio e Revestimento com Alvenaria Poliédrica.

O item **Urbanização e Obras Complementares** objetiva estabelecer as formas, dimensões, especificações e recomendações para uso dos diversos tipos de Meios-Fios, Passeios, Calçada Portuguesa, Gramação e Jardinagem e Guarda-Corpos.

O item **Segurança e Medicina do Trabalho** tem por finalidade instruir a Construtora quanto aos procedimentos de Segurança, Medicina e Higiene do Trabalho a serem adotados nas obras contratadas pela Municipalidade tais como:

- Evitar os acidentes eliminando as condições inseguras;
- Eliminar os atos inseguros, instruindo o trabalhador;
- Criar um clima de melhor entendimento patrão/empregado, dando ao empregado condições mais dignas de trabalho e, sobretudo, segurança.

⁶ CBUQ – Concreto Betuminoso Usinado a Quente

Ainda segundo esse Caderno de Encargos, durante a execução dos serviços, “a Contratada deverá tomar todos os cuidados necessários no sentido de garantir proteção e segurança aos operários, técnicos e demais pessoas envolvidas direta ou indiretamente com a execução da obra; garantir a estabilidade dos solos e edificações vizinhas, das redes de infra-estrutura, aéreas e subterrâneas, localizadas nas áreas adjacentes; além de garantir a integridade física das benfeitorias, que de alguma maneira possam ser atingidas em quaisquer das etapas da obra. Todo trabalho deverá respeitar as prescrições contidas no Art. 170, Seções I a XIV, da Lei 6.514/77, bem como as respectivas Normas Regulamentadoras de Segurança e Medicina do Trabalho – NRs”.

Os fatores intervenientes que serão abordados nesse trabalho têm uma vinculação direta com a planilha de orçamento, com o cronograma físico-financeiro e com os projetos, pois a sua ocorrência e suas conseqüências provocam total desequilíbrio no contrato em curso.

3.3 Metodologia construtiva usual de obras de saneamento

Uma vez realizada a licitação e decorridos os prazos legais para recursos, caso não haja qualquer fator técnico ou jurídico impeditivo, é promulgada e homologada pelo órgão contratante a Licitante vencedora, celebrado o contrato e emitida a “Ordem de Serviços”, na qual está estabelecido um prazo para início dos serviços, bem como o prazo ou a data final da obra.

De posse da “Ordem de Serviços”, do contrato, dos projetos e das respectivas licenças ambientais (prévia e de instalação), a Licitante vencedora parte para o campo, onde inicia a mobilização para instalação do canteiro de obras e início dos serviços preliminares, aqui incluídos os serviços de locação da obra, desmatamento e limpeza das áreas que estão no eixo da obra.

Com base nos projetos geométricos, são locados tanto o eixo da obra, bordos, off-set de corte e aterro quanto todas as interferências existentes na faixa de domínio projetada. Entenda-se por interferências as diversas benfeitorias construídas às margens do córrego, estruturas de concessionárias de serviços públicos, tais como postes de energia elétrica, redes de telefonia e lógica, adutoras,

subterrâneas ou aéreas, drenagem pluvial, interceptores e redes coletoras de esgoto sanitário, regulares e clandestinas.

Uma vez que a força da gravidade e as diferenças de nível são fatores de suma importância nesses tipos de obras, as mesmas são sempre iniciadas de jusante para montante. Tal fato também permite que, à medida que as estruturas sejam concluídas já possam entrar em funcionamento imediato, em atendimento à finalidade do projeto.

Com a obra locada e presumida a faixa de domínio livre de interferências, inicia-se o projeto de canalização por escavação mecanizada, com o auxílio de retro-escavadeiras hidráulicas, com a carga transportada para locais de bota-fora licenciados e determinados pela Contratante e o espalhamento de todo o material imprestável existente no leito do córrego.

Simultaneamente ao processo de escavação são feitos o escoramento das paredes laterais da vala, em conformidade com os critérios estabelecidos no Padrão SUDECAP e o bombeamento das águas subterrâneas e esgotos clandestinos. O escoramento tem por finalidade confinar as encostas adjacentes à obra, preservar as benfeitorias existentes ao redor da mesma e proteger os trabalhadores.

Quando se atinge a cota estabelecida em projeto, inicia-se a execução de uma camada de suporte – enrocamento com pedras arrumadas – que vai proporcionar estabilidade e uma camada de regularização, brita 1 e concreto magro sobre aquela, que vai possibilitar o início da execução da estrutura projetada (galeria em concreto, moldada *in loco*, ou pré-moldada, ou do tipo gabião, etc.).

Com essas camadas de suporte e regularização executadas, inicia-se a armação e a montagem das formas da laje de fundo, no caso de galerias em concreto moldado *in loco*. Quando a galeria é do tipo pré-moldada, o assentamento das aduelas é realizado sobre a camada de regularização.

Concreta-se, então, a laje de fundo e o arranque das paredes. Na laje de fundo já ficam inseridos os drenos de alívio, que são pedaços de tubos de PVC, com diâmetro 100 mm, que têm por finalidade aliviar os efeitos da sub-pressão. (Figura 4).



Figura 4: Execução de laje de fundo. Vista do posicionamento dos drenos de alívio.

A próxima etapa é a de armação, forma, escoramento e concretagem das paredes laterais da galeria. Se a galeria é do tipo **fechada**, ainda haverá mais uma etapa, a de armação, forma e concretagem da laje superior (Figura 5).



Figura 5 – Armação, forma e concretagem de paredes da galeria. Neste trecho não existe laje superior.

Com a galeria concretada, inicia-se a execução dos drenos laterais de galeria e após estes, o reaterro das laterais da vala aberta, em camadas sucessivas e controlados tecnologicamente, até a cota de terraplenagem, bem como a remoção do escoramento executado (Figura 6).



Figura 6 – Trecho de galeria concluído, com re-aterro lateral já na cota de subleito.

A extensão dos trechos de canalização é estabelecida em projeto. Os módulos, de acordo com as especificidades de cada projeto, têm trechos com extensões diferentes. Os mais curtos geralmente são os das junções com outras galerias.

Por motivos de ordem técnica e econômica, não se executa um trecho de galeria isoladamente. Tem-se, ao longo do eixo da obra, uma sucessão de trechos, cada um numa determinada fase. Assim sendo, pode-se ter um trecho em fase de escavação, outro de enrocamento e de laje de fundo, outro de concreto de paredes e/ou laje superior, outro de reaterro lateral, e assim sucessivamente.

Após a conclusão da etapa de um determinado trecho de canalização, inicia-se a parte do projeto de esgotamento sanitário, com a execução dos interceptores, redes coletoras, poços de visita e ligações prediais. Esta precedência com relação às obras de drenagem deve-se ao fato das profundidades das estruturas de esgotamento sanitário ser, na maioria das vezes, maiores que as de drenagem.

Aquelas redes de esgoto existentes, tanto das ruas transversais quanto das benfeitorias marginais, tanto regulares quanto clandestinas, vão sendo coletadas e interligadas gradativamente ao interceptor executado, que atende, dessa maneira, a uma das premissas básicas do projeto, que é a despoluição do córrego receptor.

Executados os interceptores, redes coletoras e interligações, inicia-se a etapa do projeto de drenagem pluvial, tanto superficial quanto profunda. Nessa etapa são executadas as caixas das bocas de lobo e as redes em tubos de concreto que interligarão estas caixas à galeria construída. Com esta etapa concluída, inicia-se a

execução do projeto de pavimentação, que vai desde a regularização do subleito até ao pavimento acabado.

Terminada a pavimentação, inicia-se o projeto de urbanização e obras complementares, com execução de meios-fios de concreto, passeios, guarda-corpos, plantio de grama e árvores e conclui-se o projeto de drenagem, com execução de sarjetas, descidas d'água, grelhas e cantoneiras das bocas-de-lobo.

3.4 Problemas relativos às obras de saneamento

Alguns fatores, tais como a ocupação desordenada das margens, desapropriações e remoções envolvem, além da parte técnica, o lado social. Este aspecto é de relevada importância na implantação do empreendimento. O ser humano não é um parâmetro de projeto como vazão, velocidade, diâmetro, rugosidade, etc. e seus anseios e necessidades exigem providências urgentes e imediatas. A Construtora, quando entra em campo para executar uma obra, não encontra o trecho livre e desimpedido, sem qualquer obstáculo à sua execução. Pelo contrário, muitas vezes o processo desapropriatório propriamente dito inicia-se junto com a obra e esse, por suas características e injunções, não caminha na mesma velocidade da obra. Até o Expropriado receber a indenização relativa à sua benfeitoria e ter condições de liberar o local, já decorreu um longo processo. Estabelece-se aí um descompasso que resulta na criação de situações totalmente adversas e não contempladas no custo da obra, como por exemplo, a retirada de moradores de suas casas, a instalação e manutenção desses moradores em local seguro, enquanto durar a intervenção, e a reconstrução dessas casas, após a execução da etapa/trecho da obra. Isto sem falar no comprometimento dos prazos acordados, uma vez que os serviços são paralisados e não podem prosseguir enquanto houver moradores em situação de risco iminente, por causa da obra.

Um dos problemas que sempre têm que ser enfrentados na execução de obras de saneamento, sobretudo naquelas onde existe canalização de córregos e implantação de avenidas sanitárias, é que essas exigem num determinado momento e por um determinado período, que o curso do córrego seja desviado.

Ora, em centros urbanos densamente povoados, com as margens dos córregos desordenadamente ocupadas, esta exigência torna-se praticamente

impossível. Existem técnicas para tal, todavia, o custo tornaria inexecutável. A solução que se adota para esse problema é a de improvisar “corta-rios”, paralelamente ao desenvolvimento da obra (Figura 7). O “corta-rios” tem a função principal de desviar tanto o curso d’água existente quanto os esgotos que nele estão lançados e possibilitar a execução da galeria projetada. Só que esses “corta-rios” não têm projeto específico nem mesmo com relação à observância de uma seção transversal mínima, pelo menos igual à da seção transversal mais desfavorável do córrego em questão.



Figura 7 – “Corta-rios”: à esquerda, Caso 01. À direita, Caso 02. Detalhe para a diferença de seções.

Assim sendo, na época das águas, que é o período compreendido entre os meses de novembro a março, outro fator assume liderança no impedimento ao andamento das obras: o **fator meteorológico**.

Como toda a área da bacia córregos está praticamente impermeabilizada pela urbanização, toda gota de chuva que cai no solo chega rapidamente ao córrego e desencadeia uma enchente de proporções catastróficas, que é amplamente noticiada pela mídia. Essa quantidade de água, com volume e velocidade, quando encontra com a obra em execução (Figura 8) e com aquele “corta-rios” improvisado (Figura 7), sofre um processo de retenção que atinge seu ápice com o transbordamento e alagamento de toda a região ao redor. Só que, nessa região ao redor estão também os ocupantes daquelas benfeitorias anteriormente mencionadas.



Figura 8 – Frente de serviços, pronta para concretagem, antes da pancada de chuvas.

Com relação à obra, conforme a fase que se encontrar a frente de serviços, todos os serviços são perdidos. Constatamos, certa vez, a enxurrada semelhante à da Figura 9 levar todo o concreto estrutural de uma laje de fundo, com 40,00 metros de extensão x 6,00 metros de largura x 0,30 metros de espessura, fora formas e armações em aço CA-50.



Figura 9 – A enxurrada decorrente da pancada de chuva.

Nas Figuras 10 e 11 a seguir, estão registrados os estragos causados pela enxurrada. Na Figura 12 está registrada a re-execução dos serviços do trecho danificado.



Figura 10 – Aspecto da obra após a inundação.



Figura 11 – “Corta-rio” e obra após a enxurrada.



Figura 12 – Re-execução dos serviços destruídos pela enchente.

Com relação à vizinhança (Figura 13), os ocupantes têm então suas casas alagadas e seus bens destruídos e passam a depender do Município para alojá-los em algum programa de assistência habitacional. Enquanto isso não ocorre, os custos e os prazos decorrentes são debitados à obra.



Figura 13 – Vista da vizinhança ao redor da obra inundada.

4. METODOLOGIA

Trata-se de um estudo de revisão bibliográfica integrativa, com ênfase nas dificuldades que são encontradas durante a execução de obras de saneamento em função de diversos fatores de natureza social, técnica, ambiental, meteorológica e geológica. A revisão integrativa é um método de pesquisa que permite a busca, a avaliação crítica e a síntese das evidências disponíveis do tema investigado. A área geográfica sobre a qual este trabalho discorrerá está localizada na RMBH⁷ e os córregos existentes na mesma fazem parte da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco – SF3⁸. Por questões de confidencialidade, serão omitidos, neste trabalho, nomes de órgãos públicos, concessionárias, projetistas, construtoras, fornecedores e profissionais liberais bem como de logradouros públicos.

As fontes de pesquisa serão primárias e estender-se-ão sobre todos os documentos disponíveis na obra, tais como: projetos, especificações, planilhas, relatórios mensais de andamento dos trabalhos, registros fotográficos diários, bem como a bibliografia que porventura exista e dados de instituições de pesquisa.

Este trabalho também é fruto de experiência adquirida ao longo de 30 anos de trabalho – 1980 / 2010 – durante a execução e /ou fiscalização de obras de saneamento, tais como sistemas de abastecimento de água, sistemas de esgotamento sanitário, estações de tratamento de esgotos e implantação de avenidas sanitárias, quer seja como engenheiro de obras, em construtoras, ou como engenheiro fiscal, a serviço de concessionárias, instituições financeiras ou de órgãos públicos. Os estudos de caso aqui relatados foram decorrentes de experiências vivenciadas, dia após dia, durante um período aproximado de dois anos (Mar. 2007 – Dez. 2008), na fiscalização da execução das obras de parte de um programa de “Tratamento de Fundos de Vales”, num centro urbano altamente adensado, dotado de infra-estrutura urbana precária, povoado de assentamentos irregulares e clandestinos, sob condições geológicas e meteorológicas totalmente adversas, além dos problemas sociais característicos dos aglomerados urbanos.

A partir das experiências vivenciadas, pretende-se identificar procedimentos que visem reduzir a influência dos fatores observados na consecução dos objetivos propostos.

⁷ RMBH – Região Metropolitana de Belo Horizonte

⁸ aguas.igam.mg.gov.br/2007mapasbacias/download/sf3.pdf

5. ANÁLISE DOS FATORES INTERVENIENTES NA REALIZAÇÃO DAS OBRAS

Considera-se Obra Pública⁹ a construção, reforma, fabricação, recuperação ou ampliação de bem público, realizada de forma direta pela Administração ou indiretamente, por intermédio de terceiro contratado por licitação, observada a legislação vigente.

Durante a concepção de um empreendimento, a Administração deve considerar sua área de influência, levando em conta a população e a região a serem beneficiadas, ao mesmo tempo em que precisam ser observadas as restrições legais, sociais e técnicas relacionadas com a implantação do mesmo.

Um dos propósitos do presente trabalho é confirmar o pressuposto de que existe um conjunto de fatores intervenientes e determinantes no êxito da implantação de determinado empreendimento e, por conseguinte, na sustentabilidade econômica tanto da Administração quanto dos prestadores de serviço, uma vez que, conforme mencionado anteriormente, as obras sofrem atrasos nos prazos de execução bem como alterações orçamentárias relevantes.

Foram identificados neste trabalho, como intervenientes e determinantes, os seguintes fatores:

- Ocupação desordenada das margens e os processos de desapropriação e remoção assistida;
- Projetos, alterações e especificações;
- Condições meteorológicas;
- Redes de concessionárias de serviços públicos.

Uma vez identificados, esses fatores serão, a seguir, contextualizados e ponderada sua influência na execução das obras e no (in)sucesso do empreendimento.

Simultaneamente a essa contextualização e ponderação, serão citados dois casos de obra de “**Tratamento de Fundo de Vales**”, objeto do mesmo contrato: o **CASO 01** e o **CASO 02**.

⁹ BRASIL – Lei N.º 8666/93 - ART. 6º, incisos I, VII e VIII

Esses casos serão o fio condutor das análises aqui realizadas. Às conseqüências decorrentes da ação de cada um dos fatores intervenientes identificados estarão associados cada um dos respectivos casos, separadamente.

O **Caso 01** refere-se a uma obra de Tratamento de Fundo de Vale, na RMBH, com características contratuais conforme a Tabela 01 a seguir:

TABELA 01 – CASO 01

Dados do contrato

Data da Ordem de Início:	03/03/2007
Prazo previsto: 12 meses	Prazo executado: 22 meses
Valor previsto: R\$ 12.332.094,13	Valor executado: R\$ 13.412.196,75
-	Saldo contratual: R\$
Extensão prevista: 1.900,00 m – abrangendo galeria em concreto moldado in loco, drenagem, interceptores, implantação de avenida pavimentada e urbanização – trecho entre estacas E0 e E95+7,0 – lados direito e esquerdo.	Extensão executada: 1.227,00 m – sendo 1.167,00 m de galeria em concreto moldado in loco; 60,00 m em galeria pré-moldada; 600,00 m de drenagem, interceptores, implantação de avenida pavimentada e urbanização – lados direito e esquerdo.
Percentual a executar previsto: 100%	Percentual real executado: De galeria: 65,00% Drenagem, interceptores, pavimentação e urbanização: 31,50%

O percentual de 65% referente à galeria executada abrange o trecho compreendido entre as estacas E27+13,00 a E54 e E60 a E95+7,00. O percentual de 31,50%, referente aos serviços de drenagem, interceptores, pavimentação e urbanização, está compreendido entre as estacas E68+10,00 a E95+7,00.

A seqüência de fotos mostrada nas Figuras 14 e 15 a seguir, referem-se a etapas consecutivas da obra, antes e depois, e fornecem uma noção geral sobre a melhoria que o empreendimento trouxe para o local, nos trechos onde foi implantado.



Figura 14 – Trecho entre estacas E68+10,0 e E81



Figura 15 – Trecho entre estacas E95+7,0 e E87+10,0

O **Caso 02** refere-se também a outra obra de Tratamento de Fundo de Vale, na RMBH, vizinha à primeira, inserida no mesmo contrato, com características contratuais conforme a Tabela 02 a seguir:

TABELA 02 – CASO 02

Dados do contrato

Data da Ordem de Início:	03/03/2007
Prazo previsto: 12 meses	Prazo executado: 22 meses
Valor previsto: R\$ 2.020.376,01	Valor executado: R\$ 3.471.456,48
	Saldo contratual:
Extensão prevista: 630,00 m – abrangendo galeria em concreto moldado in loco, drenagem, interceptores*, implantação de via de pedestres* e urbanização. (*) Apenas na margem esquerda	Extensão executada: 630,00 m – abrangendo galeria em concreto moldado in loco, drenagem, interceptores, implantação de via de pedestres e urbanização.
Percentual a executar previsto: 100%	Percentual real executado: De galeria e urbanização: 100,00% De drenagem: 98,32% De pavimentação: 96,00% De interceptores: 97,25%

A seqüência de fotos mostrada nas Figuras 16, 17 e 18 a seguir, refere-se às etapas consecutivas da obra, antes e depois, e também fornecem uma noção geral sobre a melhoria que o empreendimento trouxe para o local.



Figura 16 – Trecho entre estacas E0 e E13+10,0



Figura 17 – Trecho entre estacas E13,0+10,0 e E20



Figura 18 – Trecho entre estacas E20 e E 26

Assim sendo, será iniciada a seguir, a contextualização e ponderação de cada um dos fatores considerados intervenientes e relevantes no desenvolvimento das obras.

5.1. Ocupação desordenada das margens dos córregos e o processo de desapropriação e remoção assistida

A população de baixa renda que se instala precariamente no ambiente urbano à procura de melhores condições de vida, oportunidades de trabalho, educação, saúde e acesso a níveis mais amplos de informação e participação, termina por se constituir num fator impeditivo relevante na execução de obras de saneamento em centros urbanos.

Uma das conseqüências dessa concentração da população nas cidades é o surgimento de diversos problemas com a manifestação de assentamentos informais, localizados, muitas vezes, em locais de risco, ambientalmente sensíveis e de preservação obrigatória, em função de sua exclusão das áreas legalmente urbanizadas, tornando difícil a sua legalização e integração.

Na RMBH a situação não é diferente, apesar do poder público ser detentor da maior parte da propriedade da terra e contar com exclusividade das ações de planejamento (fato que deveria ser um inibidor da especulação imobiliária e da segregação espacial). O fenômeno das “invasões” pela classe menos favorecida vem desde épocas remotas e os conflitos gerados em função disso resultam em amplos impactos negativos de ordem urbana, social e ambiental (Figura 20).

As principais vulnerabilidades ambientais decorrentes do fenômeno das invasões são: a escassez e poluição dos recursos hídricos (Figura 19) e a susceptibilidade do solo à erosão, além, é claro, da diminuição da biodiversidade.



Figura 19 – Caso 02. Vizinhança ao redor do leito do córrego. Detalhe para os lançamentos clandestinos de esgoto e poluição dos recursos hídricos.



Figura 20 – Caso 01. Vizinhança ao redor do leito do córrego. Vista de parte das benfeitorias assentadas em áreas invadidas e do desvio, à direita, que teve que ser feito no alinhamento da galeria para “sair fora” de benfeitoria ainda não indenizada.

Para esses assentamentos informais, que ocupam desordenadamente as margens dos córregos e se acham sobre plataforma do projeto ou na faixa de domínio do córrego ou nas áreas de preservação permanente (APP), a Administração pode optar, dentre outras, pelas seguintes alternativas: *desapropriação* ou *remoção assistida*.

Na primeira alternativa, *desapropriação*, o Município declara a área de utilidade pública e elabora a avaliação de cada um dos imóveis formais ali existentes, indeniza os proprietários segundo os valores apurados nos laudos de avaliação, que são executados em conformidade com os padrões e normas vigentes de avaliação (Padrão SUDECAP; NBR 14653, da ABNT). Essa alternativa é aplicada a imóveis cuja posse seja comprovada através de registro cartorial e/ou promessa de compra e venda.

A segunda alternativa, *remoção assistida*, é um dos programas de assistência do setor de habitação da Administração, através do qual o Município estabelece critérios para enquadramento, tanto da benfeitoria quanto de seus ocupantes, e um valor piso para indenização das mesmas. Esses critérios e o valor do piso podem variar de município para município.

Para benfeitorias que atendam aos critérios de enquadramento e sejam avaliadas por valor menor ou igual ao piso estabelecido, o Município indeniza pelo valor piso e cabe ao mesmo, com ajuda dos ocupantes, providenciar um novo destino, que deverá também atender às condições estabelecidas o programa, sobretudo a de não estar localizado em outra área de risco.

A remoção assistida é uma alternativa aplicada a imóveis originários de invasões. Não são indenizados os terrenos, apenas a(s) benfeitoria(s). Todavia, existem terrenos invadidos com benfeitorias de um, dois e até três pavimentos, com inúmeras famílias alojadas; algumas pagam aluguel ao proprietário invasor. Outras, os proprietários invasores são de outra região/bairro, aproveitaram-se ou da facilidade ou da falta de fiscalização e edificaram benfeitorias em terrenos invadidos com o propósito de auferir renda extra.

Para benfeitorias assentadas em terrenos invadidos, cujo valor de avaliação seja superior ao piso estabelecido no programa, a Administração indeniza pelo valor apurado no laudo e não monitora o destino do ex-ocupante.

Às vezes, na tentativa de se obter agilidade no andamento dos processos de desapropriação e/ou remoção assistida, tem feito parte da planilha de serviços da obra, a elaboração, pela Contratada, dos laudos de avaliação desses imóveis, bem como as vistorias cautelares relativas aos imóveis situados na vizinhança da obra.

De posse dos projetos e com a demarcação da obra executada, é realizado um procedimento denominado **Selagem** (Figura 21), não previsto em planilha, que consiste num cadastro técnico das benfeitorias que devem ser removidas e num cadastro sócio-econômico dos ocupantes. As benfeitorias são numeradas, com números grandes e de cor vermelha e o número correspondente assinalado no projeto. O cadastro das benfeitorias vai subsidiar a elaboração dos laudos de avaliação. Às vezes existe mais de uma família ocupando um único imóvel.



Figura 21 – Caso 01. Benfeitorias já “seladas”. Detalhe para a numeração de identificação.

Uma vez instaladas, precariamente, às margens do córrego, como mostrado na figura acima, essas benfeitorias irregulares terminam por se constituir em um grave impedimento para o prosseguimento das obras, tendo em vista que a sua

permanência pode ser decorrente dos seguintes motivos: **a)** a **Selagem** atrasa em decorrência da impossibilidade de se encontrar o(s) ocupante(s), na hora da vistoria; **b)** os projetos de desapropriação/laudos de avaliação são iniciados, pela Contratada, junto com a Ordem de Início para execução das obras; **c)** o projeto de desapropriação/indenização e/ou de remoção assistida foi concluído, mas contém erros ou inconsistências ou não foram analisados e aprovados pela concessionária conveniada; **d)** os projetos de desapropriação e/ou remoção assistida foram concluídos, aprovados pelo Convênio, negociado com o(s) ocupante(s), encaminhados à Administração para montagem dos processos administrativos, mas não têm provisão/dotação orçamentária; **e)** o pagamento da indenização da remoção assistida está liberado, mas a Administração tampouco o(s) ocupante(s) não encontraram um imóvel no destino que atenda às exigências do programa; **f)** o proprietário da benfeitoria recebe a indenização, mas o inquilino não desocupa o imóvel; **g)** a benfeitoria é uma **invasão invadida**, o ocupante recebe a indenização e posteriormente o proprietário aparece, embarga a obra e reivindica novo pagamento.

Toda essa tramitação processual descrita acima demanda tempo e custos. Onde não existe impedimento, a obra segue o curso normal. Todavia, como a parte que depende da Administração não caminha na mesma velocidade que a obra, logo ocorre a paralisação dos serviços, por falta de novas frentes.

Uma alternativa que tem sido colocada em prática, que visa reduzir as paralisações e/ou atrasos decorrentes da morosidade no pagamento das indenizações e liberar rapidamente a frente de serviço é a de colocar os ocupantes das benfeitorias afetadas pela obra em regime de aluguel, às expensas do Município, pagos, todavia, pela obra. Tal procedimento realmente agiliza o prosseguimento dos serviços, mas consome recursos que com certeza farão falta posteriormente.

No **Caso 01**, a ordem de início ocorreu em março/2007. Os primeiros laudos de desapropriação ficaram prontos em julho/2007 e, após análises, correções e aprovação, começaram a ser pagos em meados de setembro/07. Para esse caso, estavam previstos 68 projetos de desapropriação com laudo técnico para edificações com área $\leq 310,0 \text{ m}^2$. Ao final, foram elaborados 145 projetos de desapropriação, pela Contratada, no período de março/2007 até abril/2009, sendo que, até o presente momento 03 (três) ainda não haviam sido pagos. Estima-se que neste mês de maio/2009 estejam todos liquidados.

Entretanto, tudo o que foi descrito acima não se restringe apenas a imóveis localizados dentro da plataforma projetada. Como será descrito oportunamente, em decorrência da formação geológica dos solos existentes na região das bacias hidrográficas onde o projeto será implantado, dezenas de outros imóveis, que nada teriam a haver, a princípio, com a obra, serão afetados pela mesma e, em decorrência da situação de risco grave e iminente que se apresentará, deverão ser também objeto de desapropriação ou remoção assistida.

Um custo a ser considerado e que geralmente não consta nas planilhas de serviços é o da reparação das benfeitorias existentes fora da plataforma de projeto e que foram danificadas pela execução da obra. Para o trecho real executado do **Caso 01**, foram consumidos aproximadamente R\$ 560.000,00 (Quinhentos e sessenta mil reais) com aluguel de moradias, mudanças e reformas de benfeitorias.

Esse montante equivale, linearmente, à quantidade de serviços que deixou de ser realizada num trecho de extensão correspondente a quatro estacas da obra, ou seja, 80,0 metros.

5.2 Projetos executivos, alterações de projetos e especificações

Em que pese o acervo técnico das empresas e a capacitação técnica dos envolvidos na elaboração do projeto, tem sido verificada a ocorrência de problemas relacionados com os mesmos durante a execução das obras.

Não se pretende discorrer neste trabalho sobre critérios de dimensionamento, tampouco sobre as alternativas escolhidas. O que interessa aqui é que a todo projeto está associada uma planilha de serviços e é justamente nessa planilha que têm sido verificados descompassos relevantes, sobretudo com ausência de itens e/ou quantitativos subestimados. Tem sido observada uma tendência de se adequar a obra ao orçamento disponível e não o orçamento às necessidades da obra.

Assim sendo, a Projetista apresenta à Administração, através da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano, o Projeto Executivo de Implantação de determinada Avenida, que é parte integrante do *Programa de Despoluição e Tratamento de Fundos de Vale* do Município, sendo parte do objeto do convênio firmado entre a Municipalidade e a Concessionária prestadora de serviços de abastecimento de água e coleta/tratamento de esgotos.

De modo geral, o projeto executivo, para essas obras de *Tratamento de Fundos de Vale* é apresentado em volumes e itemizado conforme descrito no item 3.3 visto anteriormente.

Com base nos estudos iniciais, na concepção e elementos do projeto, nos estudos hidrológicos e geotécnicos, são desenvolvidos os projetos geométricos, de canalização e drenagem, de terraplenagem, de pavimentação, de contenção, os estruturais, os de obras complementares e os de esgotamento sanitário. São também elaboradas as especificações técnicas, planilhas de orçamento e o cronograma.

É válido tecer algumas considerações quanto ao projeto geométrico. Esse projeto é elaborado com base no levantamento topográfico, que abrange o fundo de vale e o primeiro quarteirão adjacente, tanto pela margem direita quanto pela esquerda. Inicialmente, é elaborado estudo de traçado ao longo do fundo de vale, que procura compatibilizar as condições topográficas, a diretriz do curso d'água, a ocupação e o sistema viário existente, as plantas dos loteamentos e as demandas locais. Após aprovação do traçado pela Administração, é desenvolvido o projeto geométrico da via no fundo de vale e das demais vias necessárias à integração viária local, procurando soluções que minimizem os impactos ambientais, as desapropriações/remoções e os custos de implantação.

Ao longo do eixo da canalização são executadas as sondagens à percussão – vide Anexos 8.4 e 8.5 – que vão informar sobre as condições geológicas do terreno. Essas condições geológicas terão uma influência direta e relevante nas quantidades de serviços referentes a movimento de terra, escoramento, enrocamentos, bombeamento, etc., constantes da planilha de orçamento (Figura 22).



Figura 22 – Caso 02. Vista do material e da dificuldade de se trabalhar com o mesmo no leito do córrego.

Nos Anexos 8.2 e 8.3 encontram-se as planilhas de serviços **Previstos X Realizados** referentes aos **Casos 01 e 02**.

O **Caso 01** apresentou as seguintes particularidades com relação ao projeto e à execução do mesmo:

- Os relatórios de sondagem mostraram um NA aflorante e que os solos de fundação do trecho da canalização eram de natureza argilo-siltosos, saturados e muito compressíveis, com índice de penetração $2,0 \leq \text{SPT} \leq 8,0$ até profundidades próximas de 8 (oito) metros – Vide Anexo 8.4;

- Em decorrência das características acima, as dificuldades construtivas foram imediatas. As escavações impostas, de valas em caixão, com três metros de profundidade, ou mais, provocaram por si só colapso do fundo dos taludes laterais, previstos no projeto para serem contidos com escoramento ou descontínuo ou contínuo.

- A viabilidade dessa obra de canalização foi assegurada após reforço das fundações com lastro de enrocamento até a profundidade $\leq 2,5\text{m}$, função do próprio comportamento do subsolo local. O acréscimo do enrocamento foi da ordem de 399%.

O projeto, no trecho executado, subestimou quantidades de diversos serviços, bem como não previu outros tantos, a saber:

- A quantidade de tela-tapume apresentou variação percentual ($\Delta\%$) de 696% em relação à prevista; a de projeto de desapropriação, 124%; a de carga de material de qualquer natureza, 242%; o transporte de material com $\text{DMT} > 5 \text{ km}$, 22%; a de aterro mecanizado, 21%; a de escavação em solo mole, 352%; a de enrocamento com pedra de mão arrumada, 299%; a de fornecimento e lançamento de material drenante, cascalho, 484% e areia, 9.133%; a de drenos de alívio, 37%; a de escoramento contínuo, 309%;

- Não foram previstos os seguintes serviços: selagem de imóveis; remoção e relocação de famílias; passarelas de pedestres; limpeza com caminhão pipa; transporte manual de qualquer natureza; esgotamento de água com bombas; cortarios com tubos de PVC; limpeza de estruturas com equipamentos de alta pressão; remanejamento de adutoras em carga; remoção de postes de energia elétrica energizados (Figura 23);



Figura 23 – Adutora existente na estaca E95+7,0, à esquerda. Bombeamento e poste de energia elétrica, à direita

- Tanto as quantidades excedentes de serviços quanto as de não previstos têm, em parte, muito a haver com retrabalhos de serviços danificados por enxurradas, decorrentes de inúmeras pancadas d'água, que foram marcantes no período analisado, sendo a causa de perda total de grandes extensões de lajes de fundo de galeria recém concretadas (Figura 24);



Figura 24 – Re-execução de serviços danificados pela enxurrada. À direita, estado da formas da laje superior, após a pancada d'água.

- A alteração da largura da pista, pela Administração, de 3,25 metros para 7,00 metros, entre as estacas E68+10,0 e E95+7,0, para atender reivindicações de moradores, acarretou considerável atraso no cronograma da obra bem como elevação do seu custo, uma vez que foi necessário desmanchar o que já estava pronto (Figura 25), elaborar novos projetos de desapropriação e de implantação, alterar especificações e retomar o prosseguimento interrompido. Nessas alterações foram consumidos aproximadamente R\$ 3.500.000,00 (Três milhões e quinhentos mil reais), montante equivale, linearmente, à quantidade de serviços que deixou de

ser realizada num trecho de extensão correspondente a 25 (vinte e cinco) estacas da obra, ou seja, 500 (Quinhentos) metros.



Figura 25 – Pistas, à esquerda, em PAVI-S, com 3,0 m de largura. Após alteração, à direita, sendo asfaltada, com 7,0 metros de largura

Os trechos de obra mostrados na Figura 26 a seguir ficaram paralisados por um determinado período em função da demora na remoção dos ocupantes alojados nas benfeitorias marginais



Figura 26 – Vizinhança ao redor do leito do córrego. À esquerda, desbarrancamentos inviabilizaram o prosseguimento da obra. À direita, a galeria fez uma “curva” para sair fora de benfeitoria.

- As vias públicas adjacentes à obra, na maioria das vezes, por uma série de motivos, não têm estrutura adequada para suportar o tráfego de caminhões pesados. Todo o solo mole que é removido pelas escavadeiras será devidamente transportado para local de bota-fora, aprovado previamente pela Administração, distante, em alguns casos 15 a 20 km. Esse transporte, para ser realizado, tinha que passar, obrigatoriamente, por ruas e vielas que não tinham, quase sempre, condições de suportar tal carga. Ocorria então a ruptura do pavimento, o

aparecimento de buracos, poeira, danos físicos às moradias, reclamações de moradores, etc., até resultar na interdição da via ou na recuperação do pavimento cujos custos, mais uma vez, com certeza, não estavam previstos no orçamento inicial. Os trechos de obra mostrados na Figura 27 a seguir correspondem a determinada via pública interna do Bairro, Caso 01, que ficou danificada pelo trânsito de caminhões pesados, que transportavam tanto materiais imprestáveis resultantes das escavações mecanizadas, para o bota-fora autorizado, quanto material extraído da jazida de empréstimo, para execução dos aterros mecanizados.

Muitas vezes era necessário executar bem mais que uma simples operação tapa-buraco. Alguns trechos de ruas ficavam tão danificados que era necessário remover o pavimento danificado, refazer a sub-base e/ou a base e nova capa asfáltica, além disso, em alguns casos, reparar moradias danificadas.



Figura 27 – Caso 01: Vias públicas do Bairro, danificadas pelo tráfego de caminhões pesados, ao transportar material para bota-fora e para aterro mecanizado.

O **Caso 02** apresentou as seguintes particularidades com relação ao projeto e à execução do mesmo:

- Os relatórios de sondagem mostraram também um NA aflorante e que os solos de fundação do trecho da canalização eram de natureza argilo-siltosos, saturados e muito compressíveis, com índice de penetração ao $2,0 \leq \text{SPT} \leq 11,0$ até profundidades próximas de 10,0 (dez) metros – vide Anexo 8.5;
- Em decorrência das características acima, as dificuldades construtivas foram imediatas. As escavações impostas, de valas em caixão, com três metros de profundidade, ou mais, provocaram por si só colapso do fundo dos taludes laterais,

previstos no projeto para serem contidos com escoramento ou descontínuo ou contínuo.

- A viabilidade dessa obra de canalização foi assegurada após reforço das fundações com lastro de enrocamento até a profundidade $\leq 2,5$ metros, função do próprio comportamento do subsolo local. A variação percentual de enrocamento foi da ordem de 1.090%

- A via de pedestres, na margem esquerda, foi projetada sobre inúmeras edificações – vide desenho no Anexo 8.7. Para evitar as desapropriações previstas, o desgaste com a população local e a execução de corta-rio, uma vez que o próprio leito existente serviria como tal, foi proposta a alternativa de se deslocar o eixo da galeria em aproximadamente 5,0 metros, no sentido da margem direita, onde não havia ocupação, apenas encostas. Desta maneira, partiu-se do pressuposto que o que se economizaria com as desapropriações e corta-rio seria suficiente para cobertura de acréscimos relativos ao movimento de terra aplicado às encostas. Todavia, face às condições geológicas do terreno e à existência de redes coletoras de esgoto com vazamentos, houve inúmeros deslizamentos de encostas cuja recomposição, conforme mostrado nas Fig.27, 28 e 29, consumiu a economia com a desapropriação e extrapolaram consideravelmente a parte de movimento de terra, enrocamento e gabião tipo caixa – vide **Planilha Previsto x Realizado**, no Anexo 8.3.

O projeto também subestimou quantidades de diversos serviços bem como não previu outros tantos, a saber:

- A quantidade de tela-tapume, para o trecho executado, apresentou variação percentual ($\Delta\%$) de 987% em relação à prevista; a de desmatamento e limpeza do terreno, 65%; a de escavação e carga mecanizada de material de 1ª categoria, 181%; a de carga de material de qualquer natureza, 796%; o transporte de material com DMT > 5 km, 137%; a de aterro mecanizado, 381%; a de escavação em solo mole, 4.759%; a de enrocamento com pedra de mão arrumada, 1.090%; a de fornecimento e lançamento de material drenante, brita, 236%; a de gabião tipo caixa, 918%;

- Não foram previstos os seguintes serviços: passarelas de pedestres; limpeza com caminhão pipa; bombeamento de concreto; corta-rio com tubos de PVC;

esgotamento de água com bombas; limpeza de estruturas com equipamentos de alta pressão; escavação e carga mecanizada de material de qualquer natureza; escoramento contínuo;

- Tanto as quantidades excedentes quanto as de não previstos tiveram, em parte, muito a haver com retrabalhos, quer de serviços danificados por enxurradas, decorrentes de inúmeras pancadas d'água, que foram marcantes no período analisado, quer por vazamentos de redes coletoras de esgoto existentes, causando deslizamentos de grandes extensões de encostas – vide Figura 28 a seguir.



Figura 28 – Deslizamento de encostas. Detalhe para o tubo cerâmico da rede de esgoto existente, com vazamento, e a extensão do estrago provocado pelo mesmo.

- O deslocamento do eixo da canalização, em direção às encostas, associada à metodologia adotada pela Contratada, de abrir longos trechos de escavação, em função do prazo curto e das condições climáticas, exigiu a execução de inúmeras bermas auxiliares que terminaram por deixar as encostas expostas por um longo período, possibilitando o escorregamento do maciço, em diversos trechos – Figura 29.



Figura 29 – Vista das bermas auxiliares executadas para possibilitar o trânsito e o trabalho dos equipamentos.

- Para neutralizar os efeitos da sub-pressão e viabilizar o aterro mecanizado na lateral da galeria e a contenção das encostas, foi adotada a alternativa de gabiões tipo caixa, não prevista em planilha – Figura 30.

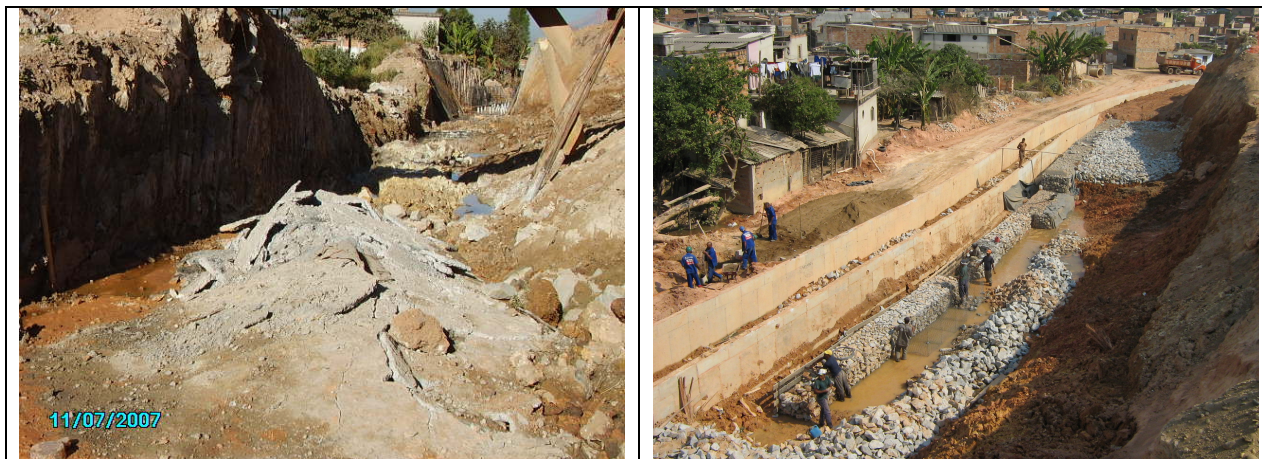


Figura 30 – À esquerda, efeitos da sub-pressão no concreto de regularização executado. À direita, contenção em gabião tipo caixa.

- Do deslizamento de encostas mostrado na Figura 28, decorreram volumosos aterros mecanizados, conforme mostrado na Figura 31 a seguir, e não previstos em planilha:



Figura 31 – Estado das encostas após a execução do gabião e do aterro mecanizado.

5.3. Condições meteorológicas

As chuvas têm afetado não somente os ocupantes das margens do córregos dos centros urbanos, mas também as obras que se desenvolvem no seu entorno, comprometendo prazos, pela diminuição do ritmo dos trabalhos, elevando seus custos, em função da perda de serviços e materiais, e provocando demissões, em função do alto custo da mão de obra improdutivo.

No período chuvoso, as ruas dos centros urbanos e o leito dos córregos, antes ocupado apenas por esgotos, têm se transformado em verdadeiros rios. É justamente nessas vias públicas que são realizados serviços básicos, como coleta de lixo, entrega de correspondências, fiscalização da vigilância sanitária, atividades que costumam ficar temporariamente suspensas ou, no mínimo, com funcionalidade parcial, em decorrência das águas.

O desenvolvimento das obras dos **Casos 01 e 02** relatados nesse trabalho foi bastante comprometido pelas águas do período chuvoso. Os dados pluviométricos da **Estação Betim – Código 194405** – obtidos através do **Sistema de Informações Hidrológicas da ANA – Agência Nacional de Águas**¹⁰, demonstram que apenas nos meses de junho a setembro/2007 e maio a julho/2008, não houve ocorrência de chuvas. Nos demais meses dos anos analisados, houve, pelo menos, um dia de chuva e, na maioria das vezes, em forma de pancadas repentinas, que tinham um elevado efeito destruidor – vide Anexo 8.1.

Na Figura 32 a seguir, é mostrado um trecho da obra do **Caso 01**, entre estacas E60 e E65, onde houve estragos consideráveis em decorrência das chuvas. Como se pode observar, a enxurrada foi tão volumosa que derrubou muro, carrou lama para o segmento não concretado e destruiu a forma da laje superior do trecho onde estava sendo montada.



Figura 32 – Trecho de obra entre estacas E60 e E65. À esquerda, vista de montante. À direita, de jusante – Caso 01.

A Figura 33 a seguir ilustra outro trecho da obra, entre estacas E68+10,0 e E70 do **Caso 01**, após pancada de chuva, com queda de granizo. Detalhe para o

¹⁰ Site: www.ana.gov.br; hidroweb.ana.gov.br

nível d'água dentro do canal e para a quantidade de gelo nos bordos da pista direita. Nessa ocorrência, não houve danos à obra.



Figura 33 – Trecho de obra entre estacas E68+10,0 e E73 – Caso 01.

Todavia, na Figura 34 é mostrado outro trecho da obra do **Caso 01**, entre estacas E73 e E80, onde houve também estragos consideráveis em decorrência das chuvas. Como se pode observar a enxurrada carreou lama e lixo para o segmento concretado, levantou grande parte do concreto da laje de fundo e tornou imprestável a armação CA-50 das paredes que estavam sendo montadas. A perda desse trecho foi total.



Figura 34 – Trecho de obra entre estacas E73 e E80 – Caso 01.

Na Figura 35 é mostrado o trabalho de recuperação dos estragos causados pelas chuvas, ambos no Caso 01. No da esquerda, entre E60 e E65, foi executada uma pequena barragem, de sacos de ráfia, à montante, e o córrego conduzido para uma tubulação de PVC DN 300, para permitir a remoção da lama e limpeza das ferragens. No da direita, entre E73 e E80, foi necessário demolir toda a laje de fundo concretada, remover o material demolido, remover a armação e todo o enrocamento executados.



Figura 35 – Trabalho de recuperação dos trechos danificados. À esquerda, entre estacas E60 e E65. À direita, entre E73 e E80 – Caso 01.

Na Figura 36 é mostrada a alternativa encontrada para prosseguir com a obra, no trecho entre as estacas E73 e E80 - **Caso 01**. O córrego foi confinado, à direita, e sobre o leito do mesmo foi executado um aterro provisório, para possibilitar o acesso à frente de serviços e dar suporte ao trânsito de equipamentos e caminhões. Em seguida, a escavadeira voltava a remover aquele material de aterro lançado e, quando era atingida a cota de escavação, reiniciava a seqüência enrocamento, concreto magro, armação, etc.



Figura 36 – Trecho de obra entre estacas E23 e E26 – Caso 02.

Na Figura 37 é mostrado um trecho da obra do **Caso 02**, entre estacas E23 e E26, onde houve também estragos consideráveis em decorrência das chuvas. À esquerda, como se pode observar, a enxurrada desceu pela encosta e removeu todo o material que havia sido utilizado no aterro mecanizado mostrado na Figura 31. À direita, a enxurrada penetrou no trecho do bordo onde ainda não havia sarjeta e provocou abatimento na grama, meio-fio e pista. Todos esses serviços danificados tiveram que ser refeitos e remunerados novamente.



Figura 37 – Trecho de obra entre estacas E23 e E26 – Caso 02.

5.4 Redes e estruturas de concessionárias de serviços públicos

Como pôde ser constatada nos **casos 01 e 02**, a presença de redes e/ou estruturas de outras concessionárias de serviços públicos existentes nos trechos executados, foi interveniente e determinante no prolongamento dos prazos e elevação de custos, uma vez que a sua remoção e ou providências para desvios não

havam sido contempladas em planilha. Na estaca E95+7,0 – do **Caso 01** – havia duas adutoras de água tratada que tiveram que ser remanejadas duas vezes. O primeiro remanejamento foi para permitir a demolição e reconstrução de galeria sob a via pública. O segundo foi para retornar as tubulações ao estado original haja vista as perdas de carga alegadas pela Manutenção da Concessionária e ao fato das mesmas não poderem permanecer aéreas – vide Figura 38 a seguir. O custo desses remanejamentos foi da ordem de R\$ 198.000,00. Tanto os remanejamentos quanto a demolição da galeria existente, a carga e o transporte do material demolido não estavam previstos em planilha.



Figura 38 – Estaca E95+7.0 – Caso 01. Vista das adutoras remanejadas e da galeria a ser demolida.

O poste de energia elétrica mostrado na Figura 39, localizado na margem esquerda da Avenida implantada, na altura da estaca E89, permaneceu neste local desde o início da obra, março/2007, até outubro/2008.

Essa instalação, precária em termos de segurança e funcionalidade, era responsável pela alimentação de inúmeras benfeitorias assentadas numa faixa de terreno invadida. A obra foi executada sob esta condição de risco iminente uma vez que a Concessionária alegava que, a não ser que o referido poste tombasse ou fosse derrubado, não havia previsão tampouco condições técnico-financeiras para removê-lo.



Figura 39 – Poste de energia elétrica localizado na estaca E89 – Caso 01.

A Figura 40 mostra um segmento de adutora de água tratada, DN 1.000 milímetros em carga, transversal e em cota superior à galeria projetada. Exceto quanto aos riscos de choque mecânico, tal interferência não trouxe custos nem atrasos à obra.



Figura 40 – Adutora de água tratada DN 1.000 mm.

A Figura 41 mostra uma rede de dados, não identificada em projeto, descoberta por acaso. A não ser por acidente causado pela execução da obra ou por vandalismo, tal interferência não prejudicou o ritmo dos serviços. Caso houvesse ruptura, dois Municípios da RMBH ficariam sem informações, os custos com reparação e processos de indenização decorrentes seriam vultosos, além de possível embargo, que poderia inviabilizar o prosseguimento dos serviços.



Figura 41 – Rede de dados não cadastrada em projeto.

Na Figura 42 está mostrada a demolição de uma galeria de concreto, de seção 3,00 x 2,50 m², com 58,20 m de extensão, localizada entre as estacas E65+7,80 e E68+6,00 – Caso 01.

Essa galeria estava desativada desde a sua execução, localizada ao lado de outra em funcionamento e não estava cadastrada no projeto. Não foi possível a sua desobstrução e reaproveitamento porque a laje de fundo estava assentada em cota 1,00 metro acima da galeria adjacente. Assim sendo, foi necessário então proceder à sua demolição, pois sua localização era coincidente com a galeria projetada, nesse mesmo trecho. Essa atividade consumiu recursos que não estavam previstos em planilha.



Figura 42 – Demolição de galeria não cadastrada em projeto.

A Figura 43 mostra um segmento de rede tubular de concreto, DN 1.200 milímetros, do sistema de drenagem pluvial, não cadastrada em projeto, conduzindo esgoto clandestino e assentada no caminho da galeria projetada. Esse segmento de

rede teve que ser demolida, para dar passagem à galeria pré-moldada em execução, e posteriormente teve que ser interligado a essa nova estrutura, pois não havia como eliminar o esgoto. Mais uma vez, todos os custos despendidos com essa interferência não estavam previstos em planilha. Deve ser acrescentado a isso tudo os danos à superfície interna dos tubos e aduelas de concreto, decorrentes da ação de abrasão do esgoto bruto.



Figura 43 – Rede tubular de concreto DN 1.000, interferente com a galeria em execução.

O trecho entre as estacas E65+7,0 e E68+10,0 – **Caso 01** – exigiu que o trânsito local fosse desviado, para permitir a realização das obras – vide Figura 44. Para viabilizar tal desvio, foi necessária a execução de um projeto específico, aprovado previamente pelo setor de trânsito local. Tanto esse projeto quanto todas as despesas com a sinalização e manutenção do trecho geraram custos, da ordem de aproximadamente R\$ 34.000,00, que não foram previstos em planilha.



Figura 44 – Desvios de tráfego e sinalização.

6. ANÁLISE DOS RESULTADOS – PROCEDIMENTOS PARA ATENUAÇÃO DOS IMPACTOS

Tendo em vista as questões abordadas, os estudos de caso analisados e a experiência vivenciada durante anos, na execução e fiscalização de obras de saneamento, serão contextualizados, a seguir, procedimentos que possam contribuir para atenuar a influência negativa dos fatores considerados intervenientes

Com relação ao **processo de desapropriação e remoção assistida**, a experiência tem demonstrado que é melhor desapropriar/remover antes e executar depois. Face à dificuldade que o poder público tem para prevenir e/ou evitar a ocupação desordenada das margens dos córregos, todos os recursos disponíveis deveriam ser direcionados para esse procedimento tendo em vista que, como restou provado, executar obra simultaneamente com o processo desapropriatório acarreta paralisações, acréscimos de custos e redução de metas físicas. Conforme pode ser constatado no desenho CAN 01 (Anexo 8.6), somente entre as estacas E85 e E95+7,0 – *Caso 01* – é que não havia benfeitorias para serem danificadas pela execução da obra. Entre as estacas E68+10,0 e E85, o trecho estava repleto delas, que, conforme mencionado anteriormente, ou foram indenizadas, porque estavam no caminho da obra, ou tiveram que ser reformadas, posteriormente, porque apresentaram danos físicos graves em decorrência da mesma. Para o Caso 02, havia benfeitorias em toda a extensão da implantação da via de pedestres, na margem esquerda do córrego. A alternativa de se deslocar o eixo da galeria eliminou os custos com desapropriações, mas elevou sobremaneira os gastos com contenção de encostas.

Os danos decorrentes desse fator podem ser atenuados com a adoção das medidas sugeridas a seguir:

- Prever, na planilha de serviços, uma verba extra suficiente para cobrir despesas com retirada imediata de moradores do caminho da obra (mudanças) bem como aluguel para os mesmos, durante o(s) processo(s) desapropriatório(s) e/ou indenizatório(s);
- Prever também nessa planilha, uma verba suficiente para reforma de benfeitorias remanescentes, ou para aquelas cujos ocupantes foram

removidos temporariamente de suas casas, uma vez que, como restou provado, até mesmo as que não estão no caminho da obra são danificadas pela mesma;

- Reduzir a extensão linear da obra ou executar trechos de menor comprimento;
- Construir, com antecedência, núcleos habitacionais, de padrão popular, para assentamento de famílias que se encontram em áreas de risco e no caminho da obra.

Com relação ao fator **projetos, alterações e especificações**, faz-se necessário precaver-se adequadamente, sobretudo com relação às más condições geológicas. Conforme pôde ser constatado nos Relatórios de Sondagem – Anexos 8.4 e 8.5, naquelas condições, o solo de fundação não apresentava resistência suficiente nem para suportar diretamente as cargas que lhe seriam impostas nem para garantir a estabilidade dos taludes a serem escavados, que rompiam com pequenas escavações de dois metros de profundidade. Daí a necessidade do reforço da fundação, com lastro de empedramento ou com estacas de brita, e da remoção lateral do material imprestável, com substituição pelo arenoso, para posterior estabilidade e reconstituição dos taludes do canal escavado. Tal fato pode ser constatado nas quantidades de enrocamento apurados nas Planilhas Previsto x Realizado dos *Casos 01 e 02* (Anexos 8.2 e 8.3). No *Caso 01*, o acréscimo foi de 399% e no *Caso 02*, de 1.170%.

Na Tabela 3, a seguir, são apresentados os valores e as extensões, previstas e realizadas, envolvendo concreto, aço e forma, para as galerias dos *Casos 01 e 02*, extraídos das Planilhas “Previsto x Realizado” dos Anexos 8.2 e 8.3:

Tabela 03

Casos 01 e 02 – Custos Previstos x Realizados

Caso 01		Caso 02	
Concreto / Aço / Forma		Concreto / Aço / Forma	
Valor total previsto	R\$ 4.532.764,97	Valor total previsto	R\$ 534.263,58
Extensão prevista	1.900,00 m	Extensão prevista	630,00 m
Valor previsto / metro	R\$ 2.385,66	Valor previsto / metro	R\$ 848,03
Valor realizado	R\$ 3.632.533,60	Valor realizado	R\$ 540.268,01
Extensão realizada	1.167,00 m	Extensão realizada	630,00 m
Percentual realizado	- 38,57%	Percentual realizado	100,00%
Valor realizado / metro	R\$ 3.112,71	Valor realizado / metro	R\$ 857,57

Na Tabela 04 estão apresentados os valores globais do item Galeria Celular Moldada in Loco, Previsto x Realizado, para os Casos 01 e 02:

Tabela 04

Casos 01 e 02 – Custos Previstos x Realizados

Caso 01		Caso 02	
Valor global do item Galeria Celular:		Valor global do item Galeria Celular:	
Previsto:	R\$ 5.518.960,22	Previsto:	R\$ 740.078,32
Realizado:	R\$ 6.161.141,65	Realizado:	R\$ 1.694.931,51
Acréscimo:	+11,64%	Acréscimo:	+129,00%

Através das Tabelas 03 e 04 acima, pode ser constatado que, no *Caso 01*, houve um acréscimo de 11,64% no valor realizado e um decréscimo de 38,57% na metragem linear de galeria executada. No *Caso 02*, houve um acréscimo de 129% no valor realizado e executou-se 100% da metragem linear prevista. No *Caso 01*, houve perdas consideráveis de material e mão de obra, em decorrência de inúmeros retrabalhos. No *Caso 02*, os acréscimos foram em decorrência da necessidade de se estabilizar as encostas, que deslizaram em virtude de chuvas, vazamentos de redes coletoras de esgoto e das condições geológicas existentes.

Para atenuação dos danos decorrentes desse fator, podem ser sugeridas as seguintes medidas:

- Prever, na planilha de serviços, quantitativos extras suficientes para cobrir: excesso de escavação, carga e bota fora de solo mole; camadas profundas de enrocamento com pedra; horas contínuas de bomba submersível; extensas áreas de escoramento contínuo; escavação, carga e transporte de material de empréstimo para complementar reaterros; reaterros com material drenante;

- Reduzir a extensão linear da obra ou executar trechos de menor comprimento;

Diante dos resultados e sugestões acima relatados, uma alternativa que poderia ser sugerida, para atenuação dos danos decorrentes de obras em terrenos instáveis, com NA aflorante, com quatro meses por ano apenas sem chuvas e com orçamento escasso, seria a do uso de **elementos pré-moldados**, tais como os mostrados no catálogo do Anexo 8.9. Não seria propriamente com relação ao custo que esta alternativa se tornaria atraente, mas sim com relação à facilidade de execução, que demandaria um tempo bastante reduzido de montagem uma vez que não existiria corte, dobra e montagem de ferragens, montagem, nivelamento e alinhamento de formas, lançamento e adensamento de concreto e desformas. Uma vez posicionadas as primeiras aduelas, o guindaste iria assentando consecutivamente as demais, trabalhando sobre as próprias peças já assentadas. Ou então, trabalhando sobre o leito do córrego, já desviado, de jusante para montante, à frente das aduelas, conforme mostrado na Figura 45. Nesta frente de serviços, por exemplo, assentava-se de 12 a 15 metros de aduelas por dia.





Figura 45 – Galeria em aduelas de concreto pré-moldado x Galeria moldada in loco. Detalhes construtivos.

Atualmente, existem no mercado inúmeras empresas, com equipe técnica capacitada para desenvolver projetos, com tecnologia própria para atender as necessidades específicas de cada cliente.

Com relação às **condições meteorológicas**, a realidade tem mostrado que não se deve subestimar a força da natureza. Como pode ser constatado no Relatório Pluviométrico do Anexo 8.1, as obras dos *Casos 01 e 02* estenderam-se por um período de 22 meses, sendo que em apenas 7 (sete) meses não houve ocorrência de chuvas. A menor precipitação foi de 26 mm, no dia 1/5/2007. Uma precipitação de 26 mm significa que caíram sobre a obra 26 litros de água por metro quadrado. É muita água para uma frente de serviços com vala aberta. Tendo em vista a facilidade de acesso às informações meteorológicas, caberia à Administração um planejamento mais criterioso no sentido de evitar escavações profundas, para implantação de obras de canalização, nesses períodos chuvosos. Esses períodos chuvosos deveriam ser utilizados para implantação de serviços de menor complexidade, tais como redes coletoras ou redes de drenagem, que possam ser executadas em trechos de menor extensão, de pouca profundidade e que possam ser abertos e fechados no mesmo dia.

Todavia, tendo em vista a previsibilidade das condições meteorológicas e a regularidade do volume de chuvas, tanto em Belo Horizonte quanto na RMBH, salvo raras exceções, esse fator pode ser amenizado com a adoção das seguintes medidas:

- Evitar escavações em trechos profundos quando a meteorologia prever pancadas de chuva;
- Prever, na planilha de serviços, quantitativos extras suficientes para cobrir: retrabalhos com limpeza de estruturas; desmontagens e remontagens de formas de madeira; perdas com enrocamentos, escoramentos, aços, concretos, drenos, tubos, etc.;
- Reduzir a extensão linear da obra ou executar trechos de menor comprimento;

Com relação ao fator **redes e estruturas de outras concessionárias**, podem ser recomendadas as seguintes providências:

- Desenvolver estratégias adequadas, tanto na fase de projeto quanto na de obras, para contornar interferências que não possam ser desativadas ou que seu remanejamento, em carga, possa trazer graves danos e prejuízos, e/ou;
- Prever, na planilha de serviços, quantitativos extras para serviços decorrentes de remanejamentos de redes diversas, tais como desmontagens/montagens de adutoras; passarelas para pedestres; sinalização diurna e noturna; demolições de blocos de ancoragem; taxas de concessionárias, dentre outras.

Dentre as sugestões apresentadas acima, a da questão de não se licitar trechos muito extensos merece ser tratada com bastante cautela tendo em vista as “promessas de campanha” e os anseios da população. Tornou-se evidente que se pode obter melhor resultado ao se licitar trechos de extensão menor. No *Caso 01* foi licitada uma obra com 1.900 metros de extensão, com prazo de execução de 12 meses, a ser implantada sobre um subsolo extremamente adverso, numa área densamente povoada, repleta de invasões e com todas as desapropriações por fazer. Ao final de 22 meses de obra, o que restou executado foi um trecho de galeria com 1.167 metros, dos quais apenas 537 metros completos e com o custo acrescido

de 11,64%. Para o Caso 02, embora toda a extensão de obra prevista tenha sido executada, houve uma elevação de custo de 129,00%.

Outra das sugestões apresentadas que merece especial atenção é a das planilhas de quantitativos de serviços e sua compatibilidade com as necessidades do projeto. Quer seja em decorrência de retrabalhos quer seja por erro de cálculo, restou provado que os quantitativos dessas planilhas não atenderam, e não têm atendido, às necessidades dos projetos, sobretudo os relacionados com movimento de terra, momento de transporte (m³xkm), escoramentos, enrocamentos e material drenante.

Por exemplo, para solos instáveis e com presença de água, deve-se prever sempre escoramento contínuo de valas – Padrão SUDECAP – Tipo B, perfil I 8' e/ou Tipo C-1, estaca prancha, e, conforme a profundidade, aplicado em toda a extensão do trecho de galeria a ser implantada (vide modelos no Anexo 8.8). No *Caso 01* o acréscimo foi de 409% e no *Caso 02* não foi nem previsto. Escoramentos do tipo **Descontínuo** ou **Pontaleteamento** (Figura 46) não são adequados ao tipo de solo e à profundidade de escavação, geralmente estabelecidas em projeto.



Figura 46 – Escoramentos do tipo descontínuo, com pranchões de madeira.

Outro exemplo é com relação aos quantitativos referentes aos enrocamentos com pedra de mão. Tanto no Caso 01 quanto no Caso 02, os acréscimos, nesse item, foram da ordem de 399% e 1.170% respectivamente. Quando o solo de fundação não apresenta resistência suficiente para suportar diretamente as cargas que lhe serão impostas nem garante a estabilidade dos taludes escavados, o reforço da fundação com lastro de empedramento é uma das alternativas imediatas que se lança mão (Figura 47).



Figura 47 – Enrocamento com pedra de mão.

Muitas vezes também nem o projeto tampouco a planilha levam em consideração que existem condições naturais que não permitem aplicar um determinado material, por exemplo, material de reforço, diretamente dentro da vala. Faz-se necessário, então, efetuar a descarga em outro local, criar um acesso alternativo e depois transportar esse material, mecânica ou manualmente, até ao local de aplicação (Figura 48).



Figura 48 – Enrocamento com pedra de mão. À esquerda, já lançado. À direita, estocado, fora do local de aplicação.

Finalmente, conforme mostrado a seguir (Figura 49), uma alternativa para redução de custos que poderia ser mais difundida, muito embora o nosso sistema de esgotamentos seja o separador absoluto, seria a de se conjugar, dentro de uma mesma canalização, águas pluviais e esgotos sanitários, à semelhança do que foi executado na Av. Imperador, no centro da cidade de Petrópolis-RJ.



Figura 49 – Rede de esgoto, em tubos de ferro fundido, ancorada em blocos de concreto, construída dentro do canal a céu aberto que atravessa o centro da cidade.

7. CONCLUSÕES

Como foi dito anteriormente e constatado através dos estudos de caso analisados, as dificuldades existem e assumem expressão relevante sob a forma de atrasos nos prazos de entrega e alterações orçamentárias vultosas, em decorrência da ação dos fatores intervenientes, de natureza diversa, contextualizados.

Entretanto, há de se ter em mente a previsibilidade tanto desses fatores quanto de suas conseqüências.

Um bom projeto e um planejamento adequado devem ser incorporados ao dia a dia da administração pública, levando sempre em consideração que a não aplicação de soluções inteligentes, rápidas e de baixo custo terminam por penalizar a todos, sobretudo os mais pobres, para os quais a opção de um lugar para morar sobrepõe-se, em primeira instância, à salubridade.

Outro aspecto bastante interessante traduz-se na responsabilidade que o Município deve ter pela preservação dos fundos de vale, cabendo ao mesmo implementar programas e ações públicas, com apoio da comunidade e de suas lideranças, no cuidado com esses fundos de vale, para que as soluções adotadas, muitas vezes fáceis e revestidas de cunho demagógico ou político, não sejam levadas pelas águas – caso das enchentes urbanas (Reis, 2005).

Entendemos que os procedimentos para atenuação dos impactos são preventivos e de fundamental importância, pois requerem uma atuação conjunta tanto do Poder Público quanto da sociedade civil e da comunidade científica, que devem se harmonizar em um objetivo único: aliar o desenvolvimento social e econômico à preservação do meio ambiente e da própria espécie humana.

Todavia, obras continuam a ser iniciadas antes ou simultaneamente às desapropriações/remoções, subestimando-se, nos projetos, as condições adversas, não se levando em consideração os poucos meses do ano em que realmente não há ocorrência de chuvas e com orçamentos recheados de inconsistências e surpresas. Os planos diretores não cumprem seu papel de planejamento e tornam-se instrumentos para obtenção de recursos e, muitas das vezes, o **fator político**, não tratado neste trabalho, está acima da melhor técnica. Os resultados decorrentes dessa supremacia já foram bastante demonstrados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL - Lei 8666/93 – Regulamenta o Art. 37, inciso XXI da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências.
- BRASIL – Lei N.º 6.514, de 22 de dezembro de 1977
- BRASIL – Lei Complementar nº 33, de 26 de dezembro de 2006, que institui o Plano Diretor do Município de Contagem e dá outras providências.
- BRASIL – Normas Regulamentadoras (NR) aprovadas pela Portaria nº 3.214, de 8 de junho de 1978
- CUNHA, S. B. **Canais fluviais e a questão ambiental**. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. T. (orgs.) A questão ambiental: diferentes abordagens. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.
- HELLER, L; Resende, S. C. **O Saneamento no Brasil: políticas e interfaces**. Belo Horizonte: Editora UFMG; Escola de Engenharia da UFMG, 2002..
- LOMBARDO, M. **Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: Hucitec, 1985.
- MANUAIS DE LEGISLAÇÃO ATLAS. **Segurança e Medicina do Trabalho**. Lei Nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977. 54ª Edição. São Paulo. Editora Atlas S.A, 2004. 771p.
- MINAS GERAIS, 2007. **Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos**. IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Disponível em: < HTTP//aguas.igam.mg.gov.br/2007mapasbacias/download/sf3.pdf - Acesso em: 05 maio 2010
- PREFEITURA DE BELO HORIZONTE – SUDECAP. **Caderno de Encargos de Edificações e Infra-Estrutura Urbana**. 2ª Edição.
- REIS, R.F & ZEILHOFER, P. **Os fundos de vale sob a ótica do estatuto da cidade: constatações prementes e o resgate possível**. Geografia – v. 14, n. 2, jul./dez. 2005 – Universidade Estadual de Londrina, departamento de Geociências.
- SOUZA, C. M. N. **Discursos sobre a relação saneamento-saúde-ambiente na legislação: uma análise de conceitos e diretrizes**. Rev. Eng. Sanit. Ambient. vol.12 nº 4 Rio de Janeiro Oct./Dec. 2007
- TRAVASSOS, L. F. C.; GROSTEIN, M. D.. **A ocupação de fundos de vale urbanos em São Paulo e sua dimensão sócio ambiental**, 1995. Disponível em: http://lume.fau.usp.br/tikiwiki/tiki-download_wiki_attachment.php?attId=81 - Acesso em: 30 outubro 2007
- WATER ENVIRONMENT FEDERATION. **Design and Construction of Urban Stormwater Management Systems**. 1992. 724p.

ANEXOS

- 1 Relatório pluviométrico – Estação 1944055 – Betim (MG)**
- 2 Planilha Previsto x Realizado – Caso 01**
- 3 Planilha Previsto x Realizado – Caso 02**
- 4 Relatório de Sondagem – Caso 01**
- 5 Relatório de Sondagem – Caso 02**
- 6 Projeto de canalização – Caso 01 – desenhos CAN 05 e CAN 06**
- 7 Projeto de canalização – Caso 02 – desenhos CAN 01**
- 8 Padrão SUDECAP – Escoramento Contínuo – Tipos “B” e “C”**
- 9 Proposta nº 5111, de Singulare Galerias / Fotos de elementos premoldados**
- 10 Mapa de bacias hidrográficas do Estado de Minas Gerais**