



CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA DO RIO GRANDE DO SUL
SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL – ÓRGÃO DE FISCALIZAÇÃO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA
Rua São Luís nº 77, 90620 170, Porto Alegre, RS. Telefone 51 3320 2100



Parecer Técnico

Ruptura do Conduto Forçado Álvaro Chaves (20/02/2013)

Porto Alegre/RS

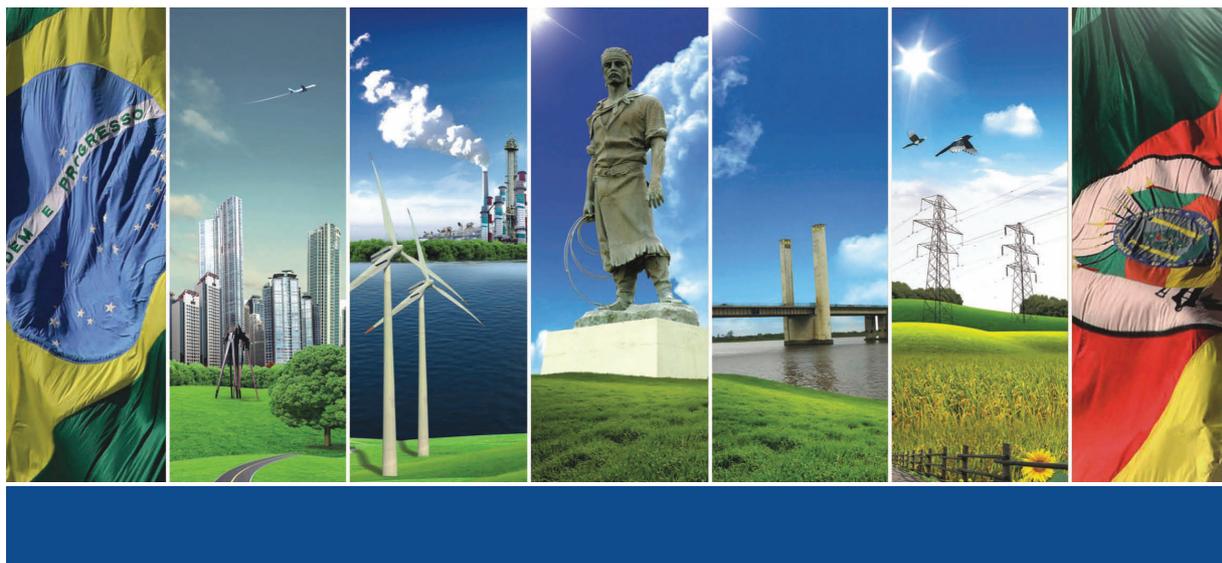
Comissão de Especialistas constituída pelo CREA-RS

Abril/2013





CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA DO RIO GRANDE DO SUL
SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL – ÓRGÃO DE FISCALIZAÇÃO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA
Rua São Luís nº 77, 90620 170, Porto Alegre, RS. Telefone 51 3320 2100



Diretoria CREA-RS

Presidente: Eng. Civil Luiz Alcides Capoani

1º Vice-presidente: Eng. Mec. e Seg. Trabalho Paulo Deni Farias

2º Vice-presidente: Eng. Civil e Mec. Alberto Stochero

1º Diretor Financeiro: Eng. Op.-Eletrônica Sérgio Boniatti

2º Diretor Financeiro: Eng. Químico Norberto Holz

1º Diretor Administrativo: Eng. Agrônomo José Luiz Tragnago

2º Diretor Administrativo: Técnico Agrícola Air Nunes dos Santos

Coordenador das Inspetorias: Eng. Agr. Bernardo Luiz Palma

Coordenador-Adjunto das Inspetorias: Eng. Ind. Mec. e Seg. Trabalho Roi Rogers Correia de Almeida





Comissão de Especialistas



Eng. Civ. André Luiz Lopes da Silveira (coord.), Diretor do Instituto de Pesquisas Hidráulicas - IPH/UFRGS

Eng. Civ. Nanci Begnini Giugno (coord. adjunta), Mestre em Plan. Urbano e Regional, presidente da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (Abes-RS), integrante do Conselho Estadual de Saneamento do RS e consultora em saneamento ambiental e planejamento urbano e regional

Eng. Civ. Fábio Luís Alminhana, gerente Depto de Engenharia de Edificações da Cientec (Fundação de Ciência e Tecnologia)

Eng. Civ. Ronaldo Bastos Duarte, Ph.D e Consultor Técnico da Empresa Brasileira de Perícias e Avaliações

Eng. Civ. Emídio Marques Ferreira, ex-professor da PUCRS/ULBRA/UPF, Consultor Técnico na área de solos e pavimentação e conselheiro do CREA-RS

Eng. Civ. Eurico Trindade Neves, ex-professor de hidráulica, mecânica dos fluídos e máquinas hidráulicas da UFRGS, ex-professor da PUCRS

Eng. Civ. Rogério Dornelles Maestri, Mestre em Recursos Hídricos, prof. Adjunto da UFRGS.





1. Introdução

A ruptura da estrutura do conduto forçado Álvaro Chaves ocorrida em Porto Alegre, em trecho da rua Cel. Bordini, no dia 20 de fevereiro de 2013, dia de fortes chuvas em parte da cidade, repercutiu fortemente na sociedade portoalegrense. As imagens impactantes, mostrando vazamentos importantes que solaparam o terreno e soterraram parcialmente automóveis estacionados, fez reviver temores de risco até de morte por problemas de drenagem (infelizmente já acontecidas na cidade em sistemas de drenagem).

Diante deste episódio, envolvendo a falha de uma grande obra de engenharia de drenagem urbana, o CREA-RS, cumprindo sua missão institucional de fiscalização do exercício profissional e promoção da defesa da sociedade, entende que é sua responsabilidade, promover uma análise criteriosa para entender o acontecido e tirar lições e aprendizados técnicos que ajudem a compor um novo paradigma de gestão de projeto de grandes obras desde o Edital inicial à implantação.

Entendendo a importância de realizar essa análise de forma técnica e isenta, o CREA-RS convidou alguns dos especialistas reconhecidos e experientes do Estado, associados às áreas de Hidráulica, transientes em Condutos Forçados, Hidrologia, Saneamento, Estruturas e Obras Urbanas, para compor uma Comissão Especial de Análise do Conduto Forçado Álvaro Chaves, uma obra necessária e fundamental do sistema de drenagem urbana de Porto Alegre.

Para subsidiar os trabalhos da Comissão, foi dado acesso ao local do acidente, a documentos e material visual enviados ao CREA-RS pela Prefeitura Municipal de Porto Alegre, através do DEP (Departamento de Esgotos Pluviais).



Conduto Forçado Álvaro Chaves e bacia de drenagem (2)



$A = 2,8 \text{ km}^2$, $Cesc = 0,7$, $Tc = 1 \text{ hora}$, em azul conduto forçado (1.950 m)





2. Escopo do documento

O objetivo do presente relatório é fazer uma avaliação analítica crítica com grande cuidado das causas e fatores que contribuíram para a ruptura localizada do conduto Álvaro Chaves, as implicações no contexto de todo o sistema Álvaro Chaves, buscando identificar as lições a serem aprendidas e as ações necessárias para que se evitem acidentes como esse no atual estágio de evolução da engenharia.

O texto expressa o juízo técnico consensual dos especialistas convidados a integrar a comissão especial do CREA-RS, baseado na documentação disponível, nos relatos de domínio público e na experiência de cada um de seus integrantes. Além de explicar e comentar criticamente aspectos relacionados ao ocorrido, sob a ótica técnica e de responsabilidade profissional, o presente documento se preocupa em propor ações objetivas que sirvam de base para avanços reais na implantação de obras hidráulicas especiais, cujas falhas acarretem danos de monta e risco de morte.

Cabe salientar que as considerações e conclusões aqui apresentadas baseiam-se nas informações disponíveis até o momento. Embora novas informações possam alterar algum aspecto específico relativo ao ocorrido, a Comissão está convicta de que as questões gerais discutidas e as conclusões apresentadas permanecem válidas.

3. Metodologia de Análise

Falhas em projetos ocorrem por diversas razões e, à semelhança do que se observa nas investigações de acidentes aeronáuticos, sempre com grande repercussão, não há para estas causas isoladas, sendo uma sequência de erros, normalmente, o que materializa um acidente.

Grandes massas de água em movimento são perigosas devido à enorme quantidade de energia envolvida, variando em um processo dinâmico. Fenômenos naturais, como tsunamis e cheias, causam frequentemente mortes em populações próximas desprotegidas, mas a mesma consequência pode advir de falha de obras hidráulicas decorrente de colapso físico ou induzido por má operação. Há vários exemplos de acidentes e tragédias no mundo inteiro causadas por rupturas de barragens, canais, adutoras e galerias. A magnitude desses acidentes são dos maiores que costumam acontecer em engenharia civil.

As falhas em obras de engenharia podem decorrer de erros cometidos em qualquer estágio, parte ou detalhe do seu desenvolvimento. Incluem erros de gestão que potencializam todos os outros. Há muitas possibilidades de erros nas grandes fases de concepção, projeto e execução e uma gestão inadequada oportuniza a ocorrência e o curso livre destes, sobretudo por deficiências no desenvolvimento do plano de projeto, na escolha do gerente de projeto e no controle integrado de comunicações e mudanças.





Para embasar o parecer, as informações disponíveis foram enfocadas em dois estágios, um primeiro mais direto, relatando basicamente o conteúdo dos documentos e outras fontes de informação e um segundo, mais analítico, já convergindo para a convicção da comissão para o texto do parecer final. Em ambos haverá abordagens separando aspectos de concepção, projeto, implantação e gestão assim como, em outro patamar, questões de hidráulica e transientes, hidrologia, estruturas, solos e pavimentação.

4. Informações básicas documentais

4.1 Documentos e estudos disponibilizados

Setembro/1968 – Estudo DNOS/OTI-ENGEVIX (Estudo de Viabilidade Técnico-Econômica das Obras de Defesa de Porto Alegre, Canoas e São Leopoldo, contra Inundações); doravante citado como DNOS (1968);

Dezembro/1997 – Estudo SMOV/ENCOP-ENGEMIN-ESTEIO (Execução de Estudos e Projetos para Implantação da III Perimetral e Macrodrenagem das Regiões Abrangentes. Projeto de Drenagem Urbana – Conduto Forçado Álvaro Chaves); doravante citado como SMOV(1997);

Agosto/2002 – Estudo DEP (Serviço de Consolidação do Estudo de Vazão do Projeto do Conduto Forçado Álvaro Chaves); doravante citado como DEP (2002);

Setembro/2003 – Termo de Referência para a Elaboração dos Projetos de Engenharia Necessários para a Implantação do Conduto Forçado Álvaro Chaves. Doravante será referido como TDR.

Julho de 2004 – Projeto Executivo (Projeto do Conduto Forçado Álvaro Chaves LOTE 1: Projeto Executivo das Redes e Galerias de Coleta e Condução das Águas Pluviais); doravante citado como Projeto Executivo (2004);

Julho de 2005 – Estudo DEP (Avaliação Hidrodinâmica dos Impactos Decorrentes das Alterações do Projeto Executivo do Conduto Forçado Álvaro Chaves), com modelo tipo fenda de Preissmann; doravante citado como DEP (2005);

Mai de 2006 – Documentos da Alteração de Traçado do Conduto Forçado Álvaro Chaves; doravante citado como Projeto Executivo Modificado (2006);

Outubro de 2006 – Avaliação Hidrodinâmica do Comportamento Hidráulico do Conduto Forçado Álvaro Chaves de acordo com o Projeto Executivo e Alteração de Traçado; com modelo tipo fenda de Preissmann, doravante citado como Avaliação Hidrodinâmica (2006).

Atas de reunião; acervos fotográficos do DEP e imprensa.





Anotações de Responsabilidades Técnicas (ART) e Registros de Profissionais e Empresas:

Verificou-se que todos os profissionais e empresas envolvidos nos estudos, projetos, obras e serviços possuem as respectivas ART's correspondentes e devidos registros.

4.2 Informações objetivas documentais do TDR e estudos prévios

O TDR apresentou como escopo a elaboração do projeto executivo para a implantação do Conduto Forçado Álvaro Chaves.

A concepção do CFAC (Conduto Forçado Álvaro Chaves) foi delineada no TDR. Resgata a ideia do projeto DNOS (1968) que concebeu a drenagem pluvial de Porto Alegre feita por condutos forçados para as áreas acima da cota 10 m. Abaixo desta cota a drenagem pluvial era regionalizada em pôlderes (áreas protegidas das cheias do rio Guaíba por diques) com bombeamento necessário para deságue no Guaíba. O conduto forçado CF-6 do DNOS (1968) é precisamente o que foi previsto para seguir o alinhamento da rua Álvaro Chaves, descarregando diretamente no Guaíba (o início era na Dr Timóteo, a poucos metros da Marquês do Pombal, e passava por Mercedes, Cristóvão Colombo, Pernambuco e Santa Rita).

Apesar de haver uma galeria pluvial sob a rua Álvaro Chaves há muitos anos o projeto do CF-6 do DNOS nunca foi construído. O resgate inicial da ideia do CF-6, com modificação de traçado, foi realizado pelo estudo da SMOV (1997) em uma oportunidade surgida com o projeto da IIIª Perimetral de Porto Alegre. O traçado do conduto forçado proposto pela SMOV não foi o mesmo do DNOS, e iniciava na rua Cel. Bordini.

O TDR estabeleceu o CFAC iniciando na rua Cel. Bordini na altura da rua Mata Bacelar, passando na sequência, pela rua Marquês do Pombal, rua Dr Timóteo, Av. Chicago, Av. Pernambuco, rua Santa Rita e rua Álvaro Chaves, terminando na Farrapos, incluindo sua travessia. Deste ponto ao deságue no Guaíba, o TDR recomendou aproveitar, mediante avaliação das suas condições estruturais, as galerias ao longo da rua Voluntários da Pátria e Av. Mal. Castelo Branco. Também a galeria existente na rua Álvaro Chaves deveria ser analisada para seu aproveitamento. O sistema então existente recebia a contribuição da galeria da rua Almirante Tamandaré e o escoamento era direcionado à Casa de Bombas nº3 para deságue no Guaíba. Por isso o TDR deixava claro a necessidade de desconexão entre esse sistema e o CFAC que ficaria a cargo da drenagem forçada da parte alta da bacia do Tamandaré, considerada (no TDR) acima dos 13 m. Ao Tamandaré caberia a drenagem da parte baixa da bacia, definida como aquela com cotas abaixo dos 13 m, valendo-se do bombeamento pela CB-3 para descarte no Guaíba.

O TDR estabeleceu então três etapas para o Projeto Executivo :

I – Avaliação das condições estruturais do trecho de conduto forçado existente e das galerias nas ruas Álvaro Chaves, Voluntários da Pátria e Av. Mal. Castelo Branco a serem aproveitados para o deságue do conduto forçado no Guaíba;

II – Projeto executivo do Conduto Forçado Álvaro Chaves;





III – Projeto executivo das redes e galerias de coleta e condução das águas pluviais ao conduto forçado.

O TDR mandava seguir as diretrizes da Alternativa 1 do estudo DEP (2002), basicamente uma solução baseada em ampliação de condutos e que teria que ser considerada nas etapas II e III acima. As alternativas 2 e 3 (não adotadas pelo TDR) previam reservatórios de detenção no campo de futebol do parque Moinhos de Vento e no terreno nas esquinas da Av. 24 de Outubro com rua Nova York, além da ampliação de alguns condutos (alternativa 2) ou a introdução do reservatório de detenção somente no campo de futebol do parque Moinhos de Vento e ampliação dos condutos com capacidade insuficiente (alternativa 3).

Considerando o exposto acima e outras informações contidas no TDR, pode-se elencar como potencialmente relevantes para elucidar o episódio da ruptura na rua Cel. Bordini as seguintes informações do TDR e seus estudos de apoio (SMOV e DEP) :

- 1) Concepção adotada pelo DEP, sugerida em SMOV (1997), previu desde o início aproveitamento das galerias existentes nas ruas Álvaro Chaves, Voluntários da Pátria e Av. Mal. Castelo Branco, com deságue em três pontos no Guaíba, em tubulações e galerias com dimensões e capacidade de vazão restritas;
- 2) O estudo do DEP (2002) propôs-se a avaliar hidrodinamicamente o projeto da SMOV calculando vazões e linha piezométrica ao longo do conduto forçado e tubulações afluentes que eventualmente poderiam pressurizar-se; havendo insuficiência apontada no estudo, como houve, seriam propostas alternativas de solução; os trechos simulados abrangeram condutos em algumas ruas acima da Bordini, mas a partir desta, para baixo, o traçado do CFAC passava pela Marquês do Pombal, Dr. Timóteo, Chicago, Pernambuco, Santa Rita, Álvaro Chaves e o “complexo” de deságue no Guaíba, via Voluntários da Pátria e Mal. Castelo Branco.
- 3) A solução de ampliação dos condutos originalmente dimensionados pelo estudo SMOV (1997), sugerida pelo estudo DEP (2002), e adotada no TDR, foi concebida para absorver alagamentos que ainda persistiriam na solução SMOV, na Av. Goethe, Fabrício Pilar, Eudoro Berlink e Freire Alemão.
- 4) O início do CFAC foi previsto na rua Cel. Bordini na altura da rua Mata Bacelar porque as simulações mostraram situações em que haveria alagamentos neste trecho; a galeria neste trecho inicial foi estabelecida com duas células de 2,50 por 2,50 m (pág. 36 de DEP, 2002).
- 5) O cálculo estrutural deveria obedecer às seguintes exigências : carga hidráulica mínima de 13 mca (metros de coluna d’água), recobrimento de armadura de 0,04 m, trem tipo de 45 t, estanqueidade e permeabilidade no corpo da estrutura e das juntas de construção;
- 6) O critério hidrológico considerado no estudo DEP (2002) foi de período de retorno de 10 anos para o sistema do CFAC drenar todos os excessos pluviais originados em áreas acima de 13 m; o tempo de duração da chuva de projeto foi de uma hora; a bacia drenada pelo CFAC teve área avaliada em 2,8 km² e uma ocupação que conduz a um coeficiente de escoamento médio de 0,7; o rio Guaíba foi considerado em três cenários de nível d’água : 1m, 2m e 3m.

A página 37 do relatório DEP (2002) sobre a Alternativa 1 (ampliação de condutos) esclarece que “A única observação que merece destaque nesta alternativa é a necessidade de utilização do trecho 25 (rua Cel. Bordini) como prolongamento do CFAC, pois se observou que, para as cotas do Guaíba simuladas,





podem ocorrer situações em que a linha piezométrica esteja acima da cota do terreno, fazendo com que haja água nas ruas“. O trecho 25 considerava o trecho da Cel. Bordini da altura da Mata Bacelar até a galeria prevista na Marquês do Pombal.

Portanto, no âmbito do TDR, ao qual o estudo DEP (2002) é solidário em sua alternativa 1, é inequívoco que o trecho da Bordini entre Mata Bacelar e Marquês do Pombal deveria ser considerado como conduto forçado preparado para resistir a pressões internas de 13 mca. As dimensões citadas eram de uma galeria de 2 x 2,5m x 2,5m.

Ressalte-se que o TDR menciona o estudo DEP (2002) para utilizá-lo no dimensionamento do sistema CFAC quanto às vazões obtidas na modelagem hidrodinâmica. Não menciona adotar as pressões calculadas na modelagem como elemento de projeto.

Por outro lado, o TDR não previu a realização de estudos de risco de rompimento das estruturas de drenagem por sobrecarga ou indução de transientes hidráulicos por qualquer motivo, mas isto não seria necessário pois este alerta consta dos principais manuais como o do DAEE/CETESB (1980). Isto evitaria escolha de soluções frágeis e perigosas do ponto de vista de concepção hidráulica.

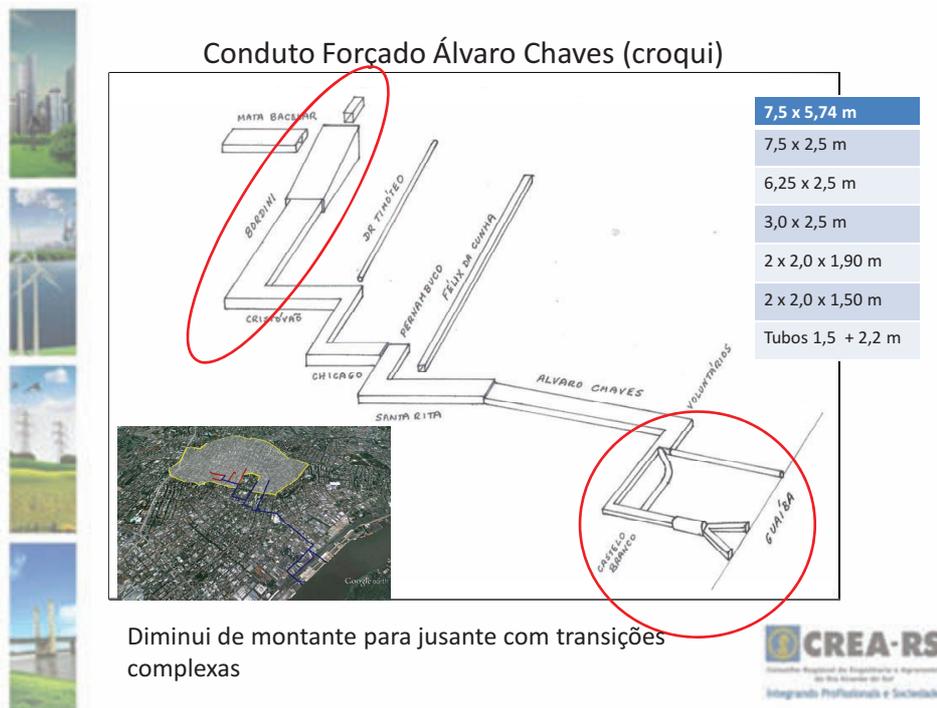


Figura 2 – Croqui do CFAC mostrando restrição de jusante e ampliação de condutos à montante

4.3 Informações objetivas documentais do Projeto Executivo (2004)

No relatório do Projeto Hidráulico (arquivo MEMOBID_PHIDL1.doc) fornecido pelo DEP, na página 31, tabela 4.1, está posta a informação de que a galeria na Cel. Bordini projetada teria três células de





2,5 por 2,5 m. Entretanto, o relatório DEP (2002) cita para o mesmo trecho uma galeria com duas células de 2,5 por 2,5 m.

Com base nos documentos disponibilizados para a Comissão, esta mudança não está devidamente justificada ou registrada. Mas a comissão recebeu um texto isolado, sem identificação, nem data, muito semelhante ao capítulo 8.1 do relatório DEP (2002). Neste texto sem identificação, nem data, referente à Alternativa 1 da ampliação dos condutos preconizada pelo TDR, a galeria sob a Cel. Bordini passa a ter três células de 2,5 por 2,5 m. Outras mudanças correlatas aconteceram no trecho 16 (Mata Bacelar entre Nova York e Bordini), no trecho 18 (coletor de fundo que atravessa a Goethe), no trecho 22 (Quintino Bocaiúva, do coletor de fundos e Eudoro Berlink) e no trecho 24 (Cel. Bordini entre Eudoro Berlink e Mata Bacelar). O texto repete o original do DEP (2002) na recomendação de que o trecho 25 (rua Cel. Bordini) seja um prolongamento do CFAC.

Pode-se especular que o conteúdo deste texto substitutivo do capítulo 8.1 de DEP (2002), seja um refinamento posterior com a mesma metodologia. Na prática as mudanças acima não mudam o espírito das recomendações do TDR, antes colocadas.

Mas outras mudanças foram introduzidas pelo Projeto Executivo (2004). Na Bordini, que é o foco principal do presente parecer, no trecho da Mata Bacelar à Marques do Pombal (133,5 m de comprimento), foi projetada uma substituição da galeria com três células de 2,5m x 2,5m por uma galeria de célula única de 7,5m x 2,5m (largura x altura) sob a justificativa da utilização de paredes diafragma para a execução desta. A Prancha 100 revela, no entanto, uma escolha de projeto que introduz uma complexidade hidráulica a mais : o trecho de 133,5 m inicia com seção de 5,74 m de altura (galeria de 7,5 x 5,74 m) e somente nos 30 m finais – na chegada à Marques do Pombal – assume a altura prevista de 2,5 m. Não houve preocupação, com base na documentação disponível, em simular situações críticas de transientes em estrutura tão fora de padrão, com um perfil longitudinal insolitamente (escalonado) trapezoidal.

No volume do Projeto Executivo (2004), correspondente ao projeto estrutural (arquivo RELATORIOCONDUTO.doc, pág. 4) está textualmente que “Percorrendo a Rua Cel Bordini da esquina com a Rua Marquês do Pombal até o prolongamento da Rua Mata Bacelar, o projeto prevê a execução de galeria moldada “in loco”, tendo como finalidade principal provocar a retenção das águas pluviais provenientes dos picos de chuva. Tem largura de 7,50 metros, altura variável, laje da cobertura estruturada com vigas e paredes executadas em sistema de parede diafragma”.

4.4 Informações objetivas documentais do estudo DEP (2005)

O Projeto Executivo (2004), como era de se esperar, introduziu em relação às informações dos projetos SMOV e DEP, mudanças em função de condicionantes de campo. Outras mudanças foram por escolha circunstancial da projetista. O fato é que houve mudanças de cotas de fundo (incluindo a adoção de degraus/rampas) e mudanças de seções (como no caso da Bordini).





Para avaliar estas e outras mudanças foi realizado o estudo DEP (2005). A metodologia de modelagem foi exatamente a mesma de DEP (2002). O objetivo foi de avaliar o impacto hidrológico, ou seja, como as mudanças influenciaram na capacidade de drenagem do sistema. Ainda não tinha ocorrido a mudança de traçado que desviou o projeto da rua Marquês do Pombal em 2006.

As simulações consideraram o perfil longitudinal superior escalonado “trapezoidal” do Projeto Executivo (2004), seção de montante com de 7,5 x 5,74 m e de jusante com 7,5m x 2,5 m (esquina com Marquês do Pombal). Nas simulações de DEP (2005) as pressões médias simuladas mostraram que o início da galeria não entrava em pressão e, no fim, próximo à Marquês do Pombal, a pressão interna era da ordem de 1 (um) mca (figura da pág. 14 do relatório DEP, 2005).

4.5 Informações da mudança de traçado de 2006

Em maio de 2006 a mobilização dos moradores da rua Marquês do Pombal, com ajuda de entidades ambientalistas e Câmara de Vereadores, conseguiu seu intento de alterar significativamente, junto à Prefeitura, o traçado e dimensionamento do Conduto Álvaro Chaves, para preservar o túnel verde nela existente. A consequência, em termos de mudança de projeto, foi o prolongamento, por mais 215 m, da galeria da Bordini até a Cristóvão Colombo. O CFAC prosseguiria, como acabou sendo construído, pela Cristóvão Colombo até a Pernambuco (245 m), retomando daí o traçado original.

As pranchas de desenho do Projeto Executivo Modificado (2006) mostram alternativas com o prolongamento da galeria da Bordini com as dimensões 7,5 x 2,5 m e com 6,25 x 2,5 m. A mais recente (arquivo de GeralFinal.dwg de 01/09/2006) indica opção pela de 6,25 x 2,5 m.

Nos cenários de mudança simulados no estudo Avaliação Hidrodinâmica (2006), o prolongamento da galeria da Bordini (por 215 m) foi considerado com seções de 7,5 m x 2,5 m ou de 6,25 m por 2,5 m. Seja com a largura 7,5 m ou 6,25 m, os resultados mostraram todo o trecho da Bordini, desde a Mata Bacelar à Cristóvão Colombo, sob pressão, com valor muito baixo na seção de montante e com menos de 5,0 mca na esquina com a Marquês do Pombal, considerando o topo da galeria.

O estudo Avaliação Hidrodinâmica (2006), portanto, não simulou situações críticas para a segurança da obra que poderiam fornecer valores de pressão adequadas para o cálculo estrutural. A razão foi a utilização de modelo tipo fenda de Preissmann, como nos estudos similares anteriores do CFAC, que não simula bem pressões extremas, mas sim as vazões e pressões médias (ver parecer hidráulico adiante).

Neste estágio de projeto, que acabou sendo o final, a galeria sob a Bordini havia tomado proporções muito maiores que as imaginadas no início :

1º trecho : Bordini entre Mata Bacelar e Marques do Pombal – 133,5 m – seção de montante com de 7,5 por 5,74 m e seção fde jusante com 7,5 por 2,5 m;

2º trecho : Bordini entre Marquês do Pombal e Cristóvão Colombo – 215 m – seção única no trecho de 6,25 por 2,5 m.





Não foram disponibilizados textos explicativos do Projeto Executivo Modificado (2006), justificando tecnicamente as últimas versões de projeto.

4.6 Informações sobre a chuva ocorrida no dia 20/02/2013

Houve registro detalhado da chuva (com intervalos de tempo curtos) em dois locais : Hidráulica do Moinhos de Vento (pluviógrafo da Prefeitura) e no 8º Distrito de Meteorologia do INMET no Jardim Botânico. A precipitação pluviométrica total em ambas foi muito semelhante no episódio de chuva : 64,2 mm no Jardim Botânico (das 14h45 às 15h50) e 64,6 mm no Moinhos de Vento (das 15h05 às 15h50). Pela proximidade, mesmo que seja incerto extrapolar um dado pontual de chuva para toda a bacia do CFAC, aquela do Moinhos de Vento deve ser mais representativa.

Com base na curva de intensidade-duração-frequência (IDF) das precipitações do 8º DISME, disponível no Caderno de Encargos do DEP, a chuva do Moinhos de Vento (evento completo, em 45 minutos) teve um período de retorno (TR) de aproximadamente 70 anos. Esse valor cai para cerca de 40 anos se for considerado o mesmo volume no período de uma hora, que é o tempo de concentração considerado para a bacia do conduto.

Por outro lado, dependendo da IDF de Porto Alegre escolhida pode-se chegar a períodos de retorno da ordem de 100 anos ou mais.

Ressalte-se que curvas IDF apresentam muitas incertezas nas estimativas de períodos de retorno, sendo uma das razões os tamanhos reduzidos das amostras que as geraram em relação às estimativas de período de retorno muito altas.

De qualquer forma, foi uma precipitação extrema, de rara intensidade, para a qual se esperam ocorrer alagamentos, já que o período de retorno para funcionamento eficaz do conduto forçado era de 10 anos, usual em macrodrenagem.

A precipitação ocorrida no dia 20/02/2013, entretanto, mesmo rara e intensa, não pode ser apontada somente como a causa da ruptura só por ser mais intensa que a chuva de 10 anos de período de retorno.

A razão é que o CFAC tem uma capacidade hidráulica limitada e, uma vez entrando em pressão, com os volumes e vazões de projeto equivalentes ao TR = 10 anos, não existe a possibilidade de entrada de vazão adicional (por falta de incremento de carga significativo e por limitação de vazão das bocas-de-lobo acima dos 13 m). O excesso simplesmente escorre pelas sarjetas, alagando as ruas, ou onerando o sistema de drenagem de jusante (sistema Tamandaré com Estação de Bombeamento EB-3).

4.7 Inspeções posteriores à ruptura e informações da execução

O DEP realizou uma inspeção local por fora e por dentro do conduto logo depois do rompimento. Os comentários dos que realizaram esta inspeção assim como suas fotos foram compartilhadas com a





Comissão do CREA. Componentes da Comissão do CREA também inspecionaram o conduto no trecho rompido em outro dia (01/03/2013), recolhendo mais informações. Também foram disponibilizadas pelo DEP à Comissão do CREA fotos tiradas pela fiscalização durante a execução da obra.

As descrições das inspeções e as fotos forneceram informações sobre o rompimento em si e sobre o estado geral da obra no trecho sinistrado.

5. Parecer

Na opinião da Comissão Especial do CREA-RS, a análise das informações disponíveis até o momento aponta que a ruptura do Conduto Forçado Álvaro Chaves, na rua Cel. Bordini, próximo às esquina da rua Marquês do Pombal, no dia 20/02/2013, teve causas sistêmicas, desde a concepção da obra, precipitação intensa, elaboração do projeto, execução, fiscalização e gestão da obra.

O detalhamento do parecer segue abaixo.

5.1 Concepção

O TDR apresenta a concepção do projeto sem margem para outras alternativas. Essa concepção é controversa, pois mistura dois conceitos em princípio antagônicos, em se tratando de um conduto forçado. Esse é feito, no caso de uma drenagem pluvial, para afastamento de excessos pluviais de áreas altas para um corpo receptor em cotas baixas. É um conceito que não combina, em tese, com a ideia de armazenamento a montante, mesmo transitório, através do artifício de aumentar as dimensões de tubos e galerias nas partes mais altas do sistema.

Outro fator contrário à ideia de conduto forçado foi a opção do TDR pelo aproveitamento de galerias antigas justamente na chegada ao corpo receptor (rio Guaíba). O aproveitamento da antiga galeria da rua Álvaro, somente ela, com dimensões restritas (duas galerias geminadas de 2,0 por 1,5m) é de difícil explicação.

Mais inusitado ainda foi induzir o aproveitamento das galerias coletoras paralelas ao Guaíba (nas ruas Voluntários da Pátria e Mal. Castelo Branco) para compor um estranho arranjo hidráulico com mais de um deságue para o Guaíba. Todo esse complexo de chegada ao Guaíba introduz um condicionante restritivo de vazão, além de propiciar perturbações transientes, tudo concorrendo para impedir um projeto de maior qualidade. Essa restrição de jusante acabou induzindo aumentos de dimensões a montante, criando um “design” de conduto forçado fora de padrão, com condutos menores a jusante e maiores a montante. A alternativa lógica seria o emprego de galerias novas ou aumentadas na rua Álvaro Chaves e prolongamento dessas de forma retilínea para deságue no Guaíba. Isso em paralelo com soluções mais otimizadas a montante.





A concepção não convencional ditada no TDR pode ser acusada pelo mau funcionamento hidráulico do sistema, porém não pode ser apontada como causa direta da ruptura ocorrida na Bordini. Mas pode ter contribuído indiretamente, pois pode ter induzido uma sequência de eventos que sobrecarregou a estrutura desse trecho de galeria.

O TDR pecou por condicionar o dimensionamento do sistema apenas focando na função de drenagem de excedentes pluviais com 10 anos de período de retorno. Deveria ter solicitado estudo de risco, visando a segurança da obra *per si*, para eventos com maior período de retorno (como em qualquer obra hidráulica de maior importância), assim como para transientes hidráulicos induzidos, seja para a chuva com 10 anos de período de retorno ou mais, pelas condicionantes e escolhas de projeto.

De qualquer forma, é muito pouco provável que uma chuva de maior intensidade, mesmo com período de retorno significativamente maior que 10 anos, seja causa direta do rompimento. A explicação é que o CFAC tem uma capacidade hidráulica limitada, sem possibilidade de que volumes muito maiores de escoamento que os decorrentes da chuva de 10 anos entrem no sistema ou causem sobrepressões.

5.2 Parecer Hidráulico

Fatores que contribuíram para problemas no projeto do CFAC, incluindo possíveis causas da ruptura na Bordini:

- Concepção mista de sistema de atenuação de cheias sem um estudo que refletisse melhor sobre a singularidade desta estrutura. Quando se inova tanto é necessário cuidado especial para prevenir incidentes.
- Uso inadequado de um software para cálculo das situações transientes, fora das recomendações dos seus autores. Modelo de “fenda de Preissmann” não consegue representar extremos de pressão, principalmente as negativas.
- Tratamento do conduto forçado com a mesma estrutura de um sistema de drenagem por canais livres, com a agravante de ser dimensionado exatamente ao contrário do que qualquer obra de drenagem pluvial (no CFAC vai diminuindo da seção de montante para jusante e não ao contrário, como é o usual).
- As reduções, mudanças de direção e diâmetro, foram tratadas como “caixas” não tendo o cuidado que se deve ter numa instalação destas dimensões, através de uma melhor orientação dos fluxos.
- Uma velocidade excessiva foi aceita neste conduto (4,0m/s a 5,0m/s), sem observar as possíveis consequências como cavitação e ressonância. Nenhum cuidado foi tomado a parte evitar esses problemas.
- As perdas de carga lineares foram subavaliadas enquanto as perdas de carga singulares foram incorretamente avaliadas. Note-se que o conduto pode ser caracterizado como uma sucessão de condutos curtos, o que torna o cuidado com as perdas singulares absolutamente imprescindíveis.
- Modificações no projeto, variando a característica hidráulica do mesmo, como o aumento da





rugosidade do trecho na Rua Coronel Bordini, sem considerar o que isto poderia acarretar no comportamento hidráulico da estrutura.

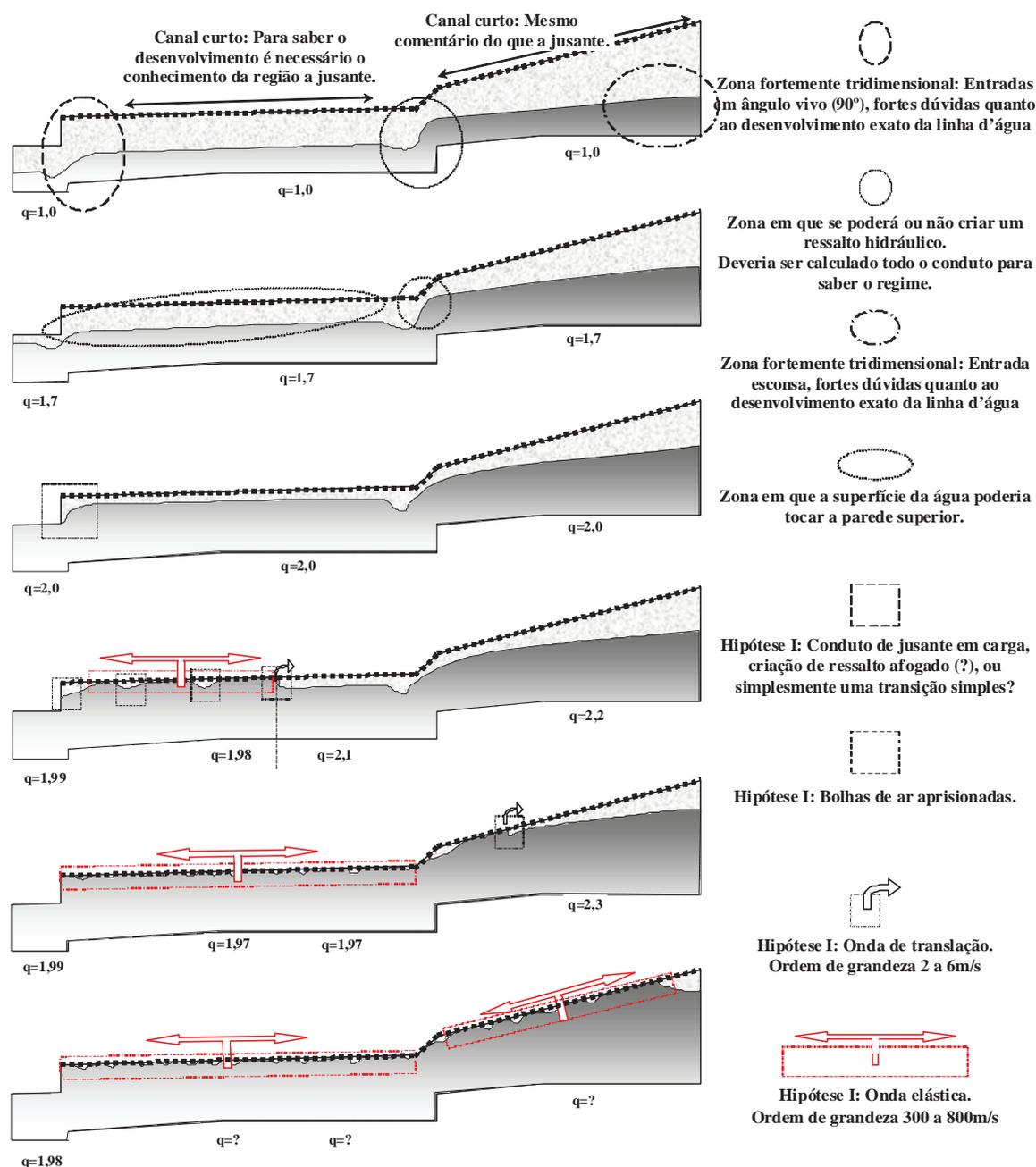
- Foram introduzidos elementos nas estruturas que podem ser geradores de danos futuros, como transições e curvas não ajustadas (problema de cavitação em fluxos de alta velocidade), septos começando e terminando no meio de condutos (problemas de vibrações), caixas de passagem de grande volume (impedância no sistema), entradas esconsas (cavitação, vibração).
- Cuidados necessários nas transições de diâmetros, nas curvas, e em outras singularidades não foram executados. Como estes cuidados praticamente não onerariam em nada a obra, nem trariam complicações complementares à execução, depreende-se disto que não foram feitos por má fé, mas sim por desconhecimento técnico das equipes de projeto, as empresas construtoras e a fiscalização.
- Ignorou-se a possibilidade de geração de bolhas em toda a estrutura, devido à total inadequabilidade das estruturas ao escoamento de alta velocidade. Ignorando-se também fenômenos como vibrações, cavitação e oscilações de nível quando funcionando como canal.
- Não foi levado em conta a possibilidade de existência do fenômeno do Golpe de Aríete, que, numa obra desse porte, deveria ser verificada com extremo cuidado.
- Utilizou-se em todo o processo de dimensionamento, um modelo de escoamento que tem seus passos de cálculo bem além do período (intervalo de espaço/celeridade) de alguns trechos do conduto, fazendo que o uso deste modelo não mostrasse a fragilidade do sistema.
- A adoção de propostas não muito claras quanto à sua definição no projeto e na construção não enfatizou o caráter CONDUTO FORÇADO (constante no nome da obra), tanto nas propostas iniciais como nas modificações de projeto e critérios construtivos.
- Os projetistas, executores e fiscais, não se deram conta que aumentar as dimensões de uma estrutura hidráulica implica na preocupação com fatores que são irrelevantes em pequenas obras, em linguagem mais técnica pode-se dizer que o EFEITO DE ESCALA não foi levado em conta devidamente em todas as etapas de projeto e obra.
- Ressaltando que condicionantes externas, como orçamento, prazos determinados (poucos meses para levantamentos e projeto executivo) sem levar em conta a complexidade do problema, pressões públicas e midiáticas, levaram o projeto e a sua execução a ser levados completamente fora da complexidade necessária.

Concluimos finalmente, que não só o item referente ao local em que ocorreu a ruptura do conduto, mas sim ao longo de todo ele, deve ser revisado por um corpo técnico com experiência em obras de grande porte, sob pena de, feito um reparo local, futuramente possa se ter uma catástrofe do mesmo porte, ou mesmo maior, comprometendo o patrimônio e a vida humana.

5.2.1 Uma das possíveis situações geradoras de pressões extremas no CFAC trecho da Bordini.

Para ilustrar a complexidade hidráulica gerada como projeto construído da galeria (conduto forçado) da Bordini, mostra-se a figura a seguir com uma das possíveis situações que desencadearam as pressões extremas que romperam o CFAC.





5.3 Parecer Estrutural

5.3.1 Sobre as alterações do Projeto:

- Foi alterado o método construtivo do CFAC, de modo a permitir o uso de elementos de concreto pré-moldados, com a finalidade de tornar mais rápido o processo de construção da obra;





- Pode-se afirmar que esta alteração não conferiu a mesma capacidade estrutural ao conduto conforme indicado no projeto original, reduzindo sua rigidez e resistência estrutural, visto que as ligações entre as paredes diafragma longitudinais (moldadas “in situ”) e sua tampa (parcialmente pré-moldada) foram fragilizadas;
- Esta alteração implicou no emprego de vigas transversais (denominadas no projeto de V1) pré-moldadas e sub-laje também pré-moldada (com espessura de 6cm) para servir de forma para a concretagem da parte superior da tampa, constituída por uma laje maciça de 8 cm de espessura. A espessura das duas camadas de concreto da laje da tampa do conduto totaliza 14 cm;
- Aparentemente, o engaste entre a tampa e a parede diafragma longitudinal passou a ser garantido no projeto modificado pela ancoragem de uma armadura disposta na direção vertical de ligação entre ambas, e por um prolongamento da armadura positiva das VTs a ser ancorada nas concretagens posteriores da parede diafragma. Pelo que pode se deduzir do acidente, a armadura vertical se revelou insuficiente para resistir às pressões internas do CFAC e a armadura positiva da VT encontrava-se mal ancorada para resistir ao esforço de arrancamento da tampa .

5.3.2 Sobre as hipóteses de cálculo supostamente admitidas para o dimensionamento estrutural do Conduto (Projeto Modificado):

- A hipótese de carga preponderante no dimensionamento da tampa do CFAC foi a atuação das cargas de peso próprio da tampa + solo compactado (1,35 m de espessura de solo), até atingir o nível da via pública. Isso resultou num carregamento vertical de 3.096 kgf/m² atuando para resistir à pressão interna do conduto. Deduz-se que a pressão interna que conduziu ao levantamento da tampa tenha sido significativamente superior a este valor ;
- As observações coletadas após o acidente mostraram que a espessura da camada de solo era de 75 cm de altura (inferior à admitida no projeto), sendo desprezado a contribuição do pavimento de asfalto. A pressão interna admitida foi de 4.700 kgf/m². Mas a estrutura da tampa foi dimensionada para resistir como hipótese principal de atuação de cargas aquela da situação de peso próprio do conjunto tampa+solo ;
- Depreende-se que a ligação na direção longitudinal entre a tampa e a parede diafragma do CFAC não resistiu à pressão interna no conduto, sendo pois, subdimensionada para as cargas atuantes decorrentes das chuvas intensas que determinaram o colapso parcial do obra;
- Houve má ancoragem das barras da armadura de flexão das vigas transversais VT na região de apoio. Houve também insuficiência de ancoragem das armaduras de traspasse das lajes nas vigas transversais;





5.3.3 Sobre a qualidade da execução da obra:

- As fotos obtidas logo após a ocorrência do acidente indicam que a ruptura da seção transversal ocorreu junto à ligação da tampa com a parede diafragma longitudinal;
- Nesta região notou-se que houve falha na disposição e quantidade de barras verticais de ligação entre a parede diafragma longitudinal e a tampa superior do conduto (a quantidade de barras não correspondia com a quantidade indicada no projeto estrutural original);
- Também foi constatado visualmente evidências de segregação e ninhos no concreto não compatíveis com a boa técnica construtiva.

5.3.4 Sobre as possíveis causas do colapso

- Diante da incerteza da estimativa da pressão interna (estática e dinâmica) atuante no interior do conduto, a pressão atuante no momento do colapso foi subestimada. Este fato foi determinante para se criar o mecanismo de colapso da estrutura;
- Esta afirmação fica bastante clara ao se observar a disposição das armaduras de flexão que compõem a estrutura da tampa (lajes e vigas transversais);
- A ruptura não ocorreu por atuação de esforços de flexão sob a tampa, e sim por incapacidade resistente da região do canto entre a tampa e a parede diafragma longitudinal para suportar as pressões internas no conduto;
- Há fotos de barras de ligação rompidas (por esforços de tração) entre a tampa e a parede diafragma longitudinal em ambos os cantos da seção transversal do conduto, sugerindo claramente um levantamento da tampa;

5.4 Gestão

A gestão do projeto não seguiu padrões de qualidade desejáveis, mas não havia nenhuma obrigação legal específica para isso, somente aquelas contratuais. Somente em 2012 foi publicada a norma ABNT NBR ISO 21500: 2012 - Orientações sobre gerenciamento de projeto. A nova orientação foi desenvolvida com participação de representantes das seccionais (chamadas de “capítulos”) brasileiras do PMI (Project Management Institute), incluído o Capítulo Rio Grande do Sul (PMI-RS).

O CFAC não teve um gerente de projeto engenheiro sênior desde o início ao encerramento de sua implantação. Pela Prefeitura havia coordenações pelo GAPLAN (Secretaria de Gestão e Acompanhamento Estratégico) e pelo Departamento de Esgotos Pluviais (DEP) assim como havia uma pelo BID. A superposição de procedimentos de governança e gerenciamento do projeto tirou o foco do gerenciamento do projeto. O gerente de projeto seria o responsável único pelos processos de gerenciamento de início, planejamento, execução, monitoramento/control e encerramento do projeto. As atividades de gerenciamento no projeto do CFAC, segundo a documentação analisada, foram várias vezes delegadas a escalões diferentes, apesar das hierarquias internas do GAPLAN, DEP e BID e entre esses entes.





O episódio da ruptura demonstra que houve problemas nos processos de gerenciamento. Sobretudo aquelas relacionadas com mudanças no projeto e na relação com as consultorias externas. Dentre as áreas de gerenciamento reconhecidas em um projeto (Integração, Escopo, Custos, Qualidade, Aquisições, Recursos Humanos, Comunicações, Risco e Tempo), o projeto do CFAC teve problemas especialmente na integração, recursos humanos, comunicações e risco. Algumas decisões importantes relativas aos dimensionamentos hidráulicos e estruturais não tiveram, por isso, a devida profundidade de reflexão, incorporando problemas.

5.5 Encadeamento sistêmico das causas

O encadeamento sistêmico, mostrado abaixo, das causas apontadas neste parecer, só tem sentido com a leitura detalhada do exposto anteriormente. Assim desaconselha-se seu uso fora do contexto.

- **Adoção de conduto ampliado à montante** : sem previsão do leque de consequências hidráulicas e sem antecipar problemas estruturais e construtivos
- **Uso de metodologia hidráulica insuficiente** : empuxos hidráulicos não são bem avaliados por modelos de fenda de Preissmann; a geometria da galeria da Bordini propicia múltiplas possibilidades de picos extremos de pressão (efeitos dinâmicos, de transientes, de ressonâncias, de ressaltos, etc.); indica que houve ausência de massa crítica para discussão hidráulica adequada (sem possibilidade de rejeição da geometria adotada), conduzindo à ausência de avaliação de risco hidráulico da estrutura
- **Uso de critérios estruturais e construtivos inadequados** : informação hidráulica com incerteza; empuxo hidráulico subestimado no cálculo estrutural (só cargas de cima do peso próprio da laje e cobertura de solo); proposição de uso de vigas e lajes pré-moldadas na tampa com engaste e resistência reduzida; denota ausência de discussão adequada entre calculistas hidráulicos e estruturais; há evidências de Experiência reduzida em obras hidráulicas de grande magnitude.
- **Execução com dificuldade operacional** : pontualmente observaram-se escavações e contenções descuidadas; concretagens com sinais aparentes de má qualidade e armaduras em desacordo ao projeto estrutural; denota, sem prejuízo de outras, deficiência de fiscalização.
- **Gestão frágil** : concepção de gestão de projeto com aspecto difuso (BID/GAPLAN/DEP); sem a figura do gestor do projeto engenheiro sênior (pessoa física) com controle do início ao fim do projeto (obra concluída); comunicação deficiente dentro do projeto; Controle de mudanças e riscos inadequado; hipertrofia do papel das consultorias (delegação excessiva ou indevida para decisões cruciais do projeto e falta de controle das comunicações).





6. Proposta de Ações

- Realização de inspeção técnica in loco detalhada de todos os trechos e caixas de transição do Conduto Forçado Álvaro Chaves, visando elencar todos os problemas estruturais e de dimensionamento hidráulico;
- Realizar estudo especializado de avaliação hidráulica não só da galeria da Bordini como de todo o CFAC, considerando a multiplicidade de fenômenos transientes, ressonância, bolsões de ar, ondas negativas e outros não avaliados no projeto do CFAC;
- Não só o item referente ao local em que ocorreu a ruptura do conduto, mas sim ao longo de todo ele, deve ser revisado por um corpo técnico com experiência em obras de grande porte, sob pena de feito um reparo local, futuramente possa se ter uma catástrofe do mesmo porte, ou mesmo maior, comprometendo o patrimônio e a vida humana.
- Recomenda-se que o conserto definitivo da estrutura seja feito somente após a análise do projeto;
- Ampliar a capacidade hidráulica a jusante, com a efetiva construção de galerias novas na rua Álvaro Chaves e prolongamento direto até o Guaíba;
- Revisão do Caderno de Encargos e Planos de Drenagem Urbana, salientando critérios e cuidados especiais para dimensionamento de obras hidráulicas de grande porte;
- Fortalecimento do DEP como órgão de engenharia hídrica da Prefeitura com aperfeiçoamento e capacitação, com ampliação do corpo de engenheiros com perfis de gestores, projetistas e fiscais;
- Manutenção : procedimentos de manutenção preventiva periódica com pessoal técnico qualificado em todo sistema de drenagem;
- Melhorar procedimentos e ampliar tempo de reflexão para elaboração de Termos de Referência de projetos e obras;
- Exigir e fiscalizar composição e qualificação profissional do corpo técnico das empresas nas licitações, com rigoroso foco nas demandas e especialidades dos projetos;
- Adoção da gestão profissional de projetos público conforme recente norma da ABNT, baseada nos procedimentos estudados e propagados pelo PMI (Project Management Institute).





7. Consideração Final

O Conduto Forçado Álvaro Chaves (CFAC) é uma estrutura necessária e fundamental ao sistema de drenagem urbana de Porto Alegre e deve ser preocupação de todos o seu correto funcionamento, devendo o episódio da ruptura na Bordini servir de lição e propiciar correções para evitar riscos e alagamentos em importante área da cidade.

O CFAC é uma obra de engenharia complexa com especificidades hidráulicas, estruturais e hidrológicas que exige um tratamento diferenciado em relação às obras até então realizadas pelo DEP.

Esta Comissão através do seu trabalho, com base nos documentos fornecidos até a presente data, avaliou que a ruptura do CFAC teve causas sistêmicas, desde a concepção da obra (TDR), precipitação intensa, elaboração do projeto, execução, fiscalização e gestão da obra.

Foram identificadas insuficiências em termos de dimensões de seções na parte de jusante, incorreções nas estruturas de transição e deficiências de dimensionamento estrutural junto com problemas hidráulicos.

Esses problemas poderão ser corrigidos após um estudo geral e criterioso do sistema com intervenções pontuais que não devem ultrapassar uma fração significativa do custo total da obra. A maior parte do CFAC terá suas obras existentes aproveitadas na sua integralidade, desde que corrigidos seus defeitos.





ANEXO DE FOTOGRAFIAS

A Ruptura na Rua Bordini (20/02/2013)



Crédito : Mauro Schaefer – Portoimagem

Comentário da Comissão : havia falhas nas armaduras de flexão que compõem a estrutura da tampa (lajes e vigas transversais), entretanto a ruptura ocorreu por incapacidade resistente da região do canto entre a tampa e a parede diafragma longitudinal para suportar as pressões internas no conduto.



A Ruptura na Rua Bordini (20/02/2013)



Crédito : Nina Borba – Ag. Freelancer



Crédito : Paulo Nunes – Correio do Povo



Crédito : Bruno Alencastro - RBS



Crédito : Paula Fiori - DEP





A Ruptura na Rua Bordini (20/02/2013)



Crédito : DEP (22/02/2013 na foto ano foi programado errado na máquina fotográfica)
Comentário da Comissão : Barras de ligação rompidas (por esforços de tração) entre a tampa e a parede diafragma longitudinal (calçada da esquerda na descida), sugerindo claramente um levantamento da tampa.



A Ruptura na Rua Bordini (20/02/2013)



Crédito : DEP (22/02/2013 nas fotos ano foi programado errado na máquina fotográfica)
Comentário da Comissão : Calçada da esquerda na descida da Bordini, levantamento da tampa (a esquerda da foto viga T invertida e à direita estrutura especial para suportar tubulação do DMAE (sem conexão com conduto forçado).





A Ruptura na Rua Bordini (20/02/2013)



Crédito : DEP (22/02/2013 na foto ano foi programado errado na máquina fotográfica)
Comentário da Comissão : Calçada da direita na descida da Bordini, levantamento da tampa
(tijolos de vedação pré-concretagem visíveis)



A Ruptura na Rua Bordini (20/02/2013)



Crédito : DEP (22/02/2013 na foto ano foi programado errado na máquina fotográfica)
Comentário da Comissão : Calçada da direita na descida da Bordini, levantamento da tampa.





Obra na Rua Bordini



Crédito : Daniel Marengo – Zero Hora

Comentário da Comissão : estrutura pré-moldada (vigas T invertidas e lajes) antes da concretagem da sobrelaje (orifícios laterais ainda não vedados com tijolos para conter concretagem) ; observe-se o (mau) aspecto das paredes diafragma; questão hidráulica : vigas aparentes no teto introduzem rugosidade complexa.

CREA-RS
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
do Rio Grande do Sul
Integrando Profissionais e Sociedade

Obra na Rua Bordini



Crédito : Tania Faillace – Arquivo pessoal

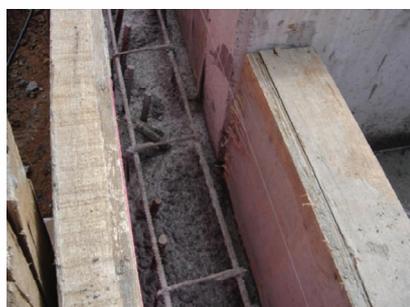
Comentário da Comissão : aspecto da concretagem de parede diafragma na Rua Bordini mostra insuficiência na ferragem de espera para engaste da laje superior (tampa)

CREA-RS
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
do Rio Grande do Sul
Integrando Profissionais e Sociedade





Obra na Rua Bordini



Crédito : DEP
Comentário da Comissão : armadura e formas no engaste da tampa com parede diafragma



Obra na Rua Bordini



Crédito : Tania Faillace – Arquivo pessoal
Comentário da Comissão : aspecto da concretagem de parede diafragma na Rua Bordini ; constatação de evidências visuais de mau lançamento do concreto (segregação, ninhos, etc) através do aspecto da aparência superficial da parede





CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA DO RIO GRANDE DO SUL
SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL – ÓRGÃO DE FISCALIZAÇÃO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA
Rua São Luís nº 77, 90620 170, Porto Alegre, RS. Telefone 51 3320 2100

A Galeria “complexa” da Bordini



Crédito : DEP (22/02/2013)

Comentário da Comissão : “Degrau” (rampa) e rebaixamento no traçado novo, Bordini esquina Marquês do Pombal





CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA DO RIO GRANDE DO SUL
SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL – ÓRGÃO DE FISCALIZAÇÃO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA
 Rua São Luís nº 77, 90620 170, Porto Alegre, RS. Telefone 51 3320 2100

CONFEA		CREA-RS		Registro de Contrato de Acordo Técnico sob forma de Assunção de Responsabilidade Técnica - Lei Federal 6496/77 Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do RS	ART Nº: 6748979
Endereço da ART	Agência/Código do Cliente	065-48015117506	Novo Número: 0674897975		
Tipo: PRESTAÇÃO DE SERVIÇO		Participação Técnica: INDIVIDUAL/PRINCIPAL			
Convênio: NÃO É CONVÊNIO		Motivo: NORMAL			
Contratado					
Carteira: R509877	Profissional: ANDRÉ LUIZ COPES DA SILVEIRA	E-mail: andre@cpa.utrgs.br			
RNP: 220983760	Título: Engenheiro Civil				
Empresa: NENHUMA EMPRESA	Sr.Reg.:				
Contratante					
Nome: CREA-RS-CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA RS		E-mail:			
Endereço: RUA SÃO LUIS 77		Telefone: 51 3320 2100	CNPJ: 02.995.790/0001-07		
Cidade: PORTO ALEGRE		Bairro: SANTANA	CEP: 90620170 UF: RS		
Identificação da Obra/Serviço					
Proprietário: CREA-RS-CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA RS		CNPJ: 02.995.790/0001-07			
Endereço da Obra/Serviço: RUA SÃO LUIS 77		UF: RS			
Cidade: PORTO ALEGRE		Bairro: SANTANA	CEP: 90620170		
Finalidade: OUTRAS FINALIDADES	Dimensão(m²):	Vlr Contrato(R\$): 904,0	Honorários(R\$):		
Data Inicio: 27/03/2013	Prev.Fim: 01/04/2013			Est.Classe:	
Atividade Técnica	Descrição da Obra/Serviço		Quantidade	Unid.	
Processo Técnico	TAREFER TECNICO SOBRE RUPURA CONDUITO FORCADO ALVARO				
Processo Técnico	CLAVES: PUA-RS				

13A, 04/4/13 Lugar e Data	Declaro ser fiel e veraz nas informações acima. ANDRÉ LUIZ COPES DA SILVEIRA Profissional	De acordo ANDRÉ LUIZ COPES DA SILVEIRA Profissional	De acordo ANDRÉ LUIZ COPES DA SILVEIRA Profissional
------------------------------	---	---	---

BANRISUL COBRANCA - BDL

*** CODIGO DE BARRAS ***
04191586520 00005000210 06521511750 67489794092

*** LINHA DIGITAVEL ***
041921026752151175069148979403251586520002008220

CEX : 19

00000262010 212 00415427032013 *****60.20R
03FF00373200607C24020CF3827AE1E102B

SERVICO DE ATENDIMENTO AO CLIENTE: 0800-646.1515
OUVIDORIA: 0800-044.2200





CONFEA CREA-RS

Registro de Contrato de Arrendo Técnico sob firma de **ART Nº : 6749017**

Autorização de Responsabilidade Técnica – Lei Federal 6496/77

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do RS

Dados de ART	Agência/Código do Cedente	065-480151-7596	Nosso Número:	66749017,71
Tipo: PRESTAÇÃO DE SERVIÇO		Participação Técnica: INDIVIDUAL-PRINCIPAL		
Classificação: NÃO É CONVÊNIO		Motivo: NORMAL		
Contratante				
Carteira: RSD0556	Profissional: EMÍLIO MARQUES FERREIRA	E-mail: direcao.crea@crea.rs.gov.br		
RNP: 220012186	Título: Engenheiro Civil, Engenheiro de Segurança do Trabalho			
Empresa: NENTUMA EMPRESA	Nr.Reg.:			
Contratado				
Nome: CREA-RS-CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA RS	E-mail:			
Endereço: RUA SÃO LUÍS 77	Telefone: 51 3320 2100	CPF/CNPJ: 02.665.990/000-95		
Cidade: PORTO ALEGRE	Bairro: SANTANA	CEP: 90620170	UF: RS	
Identificação da Obra/Serviço				
Proprietário: CREA-RS-CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA RS				
Endereço da Obra/Serviço: RUA SÃO LUÍS 77		CPF/CNPJ: 02.665.990/000-95		
Cidade: PORTO ALEGRE		Bairro: SANTANA	CEP: 90620170	UF: RS
Finalidade: OBRAS FINANCEIRAS	Dimensão(m²):	Valor Contrato(R\$): 50,00	Honorários(R\$):	
Data Início: 27/02/2013	Prev.Fim: 01/04/2013	Ent.Classe:		
Atividade Técnica	Descrição da Obra/Serviço		Quantidade	Unid.
Parcela 14/Ano	PARCELA TÉCNICA SOBRE RUPURA CONDUZIDA FORA DO ALVARO			
Parcela 14/Ano	CHAVES - POAS			

Local e Data	Declaro ser verdadeiro quanto ao que acima	De acordo
	PROFESSOR EMERITUS	CREA-RS-CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA DO RS

Eng. Civil LUIZ ALCHIBES CAPOANI
 Presidente do CREA-RS
3 056550090006000



PAGAVEL EM QUALQUER

CREA-RS Conselho Regional de Engenharia e Agronomia

01/04/2013 - BANCO DO BRASIL - 11:03:59

782118124

0141

Valor do Documento: **50,00**

Instruções:

NÃO RECEBER APÓS O VENCIMENTO

Este documento só terá validade após o agendamento

Sucesso: EMÍLIO MARQUES FERREIRA

COMPROVANTE DE PAGAMENTO DE TÍTULOS

BANCO DO ESTADO DO RIO GRANDE

8410218267501511750637498174871156258480000000

DATA DO PAGAMENTO: 01/04/2013

VALOR DO DOCUMENTO: 50,00

VALOR COBRADO: 50,00

Intimido	01/04/2013
Cid.Ced.Cedente	065-480151-7596
Número	06750017,71
Valor do Documento	50,00
Descrição do Documento	
Forma de Pagamento	
Forma de Multa	
Outros Acreditamentos	
Valor Cobrado	50,00
Anexo: Guia Recibo/Pista de Compensação	



Nº. AUTENTICAÇÃO: F.33E.77M.369.441.025

LEIA NO VERSO COMO CONSERVAR ESTE DOCUMENTO, ENTRE OUTRAS INFORMAÇÕES.





CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA DO RIO GRANDE DO SUL
SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL – ÓRGÃO DE FISCALIZAÇÃO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA
 Rua São Luís nº 77, 90620 170, Porto Alegre, RS. Telefone 51 3320 2100

CONFEA		CREA-RS		Registro de Contrato de Arrendo Técnico subitem de Anotação de Responsabilidade Técnica - Lei Federal 6486/77 Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do RS.	ART Nº : 6749038
Dados da ART		Atividade/Código do Cedente		065-45-0151 (759)	Nosso Número: 06759038,39
Tipo: PRESTAÇÃO DE SERVIÇO		Participação Técnica: INDIVIDUAL PRINCIPAL			
Convênio: NÃO É CONVÊNIO		Motivo: NORMAL			
Contratado					
Código: R510620		Profissão: JURICO TRINDADE DE ANDRADE NEVES		E-mail: jellios@engneves.com.br	
RNP: 22118058C		Título: Engenheiro Civil, Engenharia Florestal, Engenharia Mecânica		No.Reg:	
Empresa: NENHUMA EMPRESA					
Contratante					
Nome: CREA-RS CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA RS		E-mail:			
Endereço: RUA SAO LUIS 77		Telefone: (51) 3320-2100		CPE/CNPJ: 97.695.700/0001-95	
Cidade: PORTO ALEGRE		Bairro: SANTANA		CEP: 90620-170 UF: RS	
Identificação da Obra/Serviço					
Proprietário: CREA-RS-CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA RS		Endereço da Obra/Serviço: RUA SAO LUIS 77		CPF/CNPJ: 92.665.700/0001-95	
Cidade: PORTO ALEGRE		Bairro: SANTANA		CEP: 90620-170 UF: RS	
Finalidade: OUTRAS FINALIDADES		Dimensão(m²):		Valor Contratação(R\$): 90,00	
Data Início: 27/02/2015		Pres.Fim: 30/01/2017		Honorários(R\$):	
				Ent.Classt:	
Atividade Técnica		Descrição da Obra/Serviço		Quantidade	
Parceiro Técnico		PARCEIRO TÉCNICO SOBRE RUPURA CONDUITO TORÇADO AT VARGO		Unid.	
Parceiro Técnico		CHAVES - RUA-RS			

BAHRSUL COBRANCA - BCL -

*** CODIGO DE BARRAS ***
 04191585502 00000200210 00581511750 07450304035

*** LINHA DIGITAVEL ***
 0419212067E0151175069749038403501535502600200020

CBX : 19

00000491003 212 00155301042013 *****50,00R.
 03A550FC7628E06D4023E633092C7F2E3849

SERVICO DE ATENDIMENTO AO CLIENTE: 0800-016.1515
 DUVIDORIA: 0800-644.2220

Declaro ser em verdadeiro as informações acima.		De acordo:	
_____ Local e Data		_____ Eng. CIVIL LUIZ ALBERTO CARDANI TÍTULO DE ENGENHEIRO CIVIL Nº 1175069749038403501535502600200020 MEMBRO DO CREA-RS CREA-RS Nº 00000200210	
_____ Profissional			





CONFEA CREA-RS Registro de Contrato de Acervo Técnico sob forma de Anotação de Responsabilidade Técnica - Lei Federal 6496/77
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do RS
ART Nr: 6749050

Dados de ART		Agência/Código do Contrato	051-48/013117595	Nosso Número:	05749050.54
Tipos: PRESTACÃO DE SERVIÇO		Participação Técnica:	INDIVIDUAL-PRINCIPAL		
Convênio: NÃO É CONVÊNIO		Modalidade:	NORMAL		
Contratado					
Carteira: RS090114	Profissional: FABIO LUIS ALMINHANA DE OLIVEIRA	E-mail: alminhana@gmail.com			
RNP: 290637008	Título: Engenheiro Civil				
Empresa: NENHUMA EMPRESA	Nr.Reg.:				
Contratante					
Nome: CREA-RS-CONS REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA RS		E-mail:			
Endereço: RUA SAO LUIS 77		Telefone: (51) 3320-2100		CPF/CNPJ: 92.695.790/0001-95	
Cidade: PORTO ALEGRE		Bairro: SANTANA		CEP: 90620170 UF: RS	
Identificação da Obra/Serviço					
Proprietário: CREA-RS-CONS REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA RS					
Endereço da Obra/Serviço: RUA SAO LUIS 77					
Cidade: PORTO ALEGRE		Bairro: SANTANA		CPF/CNPJ: 92.695.790/0001-95	
Finalidade: OUTRAS FINALIDADES		Dimensão(m²):		CEP: 90620170 UF: RS	
Data Início: 27/02/2013		Prev.Fim: 02/04/2013		Honorários(R\$):	
				Ent.Classe:	
Atividade Técnica		Descrição da Obra/Serviço		Quantidade	
Perceor Técnico		PARECER TECNICO SOBRE RUPTURA CONDUITO FORÇADO ALVARG.			
Perceor Técnico		CHAVES - RUA-RS			
				Unid.	

DOA, 02/03/2013 Luzia e Dias	Declaro serem verdadeiras as informações acima. FABIO LUIS ALMINHANA DE OLIVEIRA Profissional	De acordo Eng. Civil LUIZ ALCEES CAPOANI Presidente do CREA-RS CREA-RS Nº 48550 D
--	---	--

Barrisul 041-8 04192.10067 50151.175069 749050.40817 1 56560000006000

0204/13

Barrisul - H



Recibo de Pagamento

Número: 00199373034/00000000865768/844232
Data: 02/04/2013
Hora: 15:15:13

Canal: Home Banking
Ag./Conta Débito: 0040-35.059059.0-6-FABIO LUIS ALMINHANA DE OLIVEIRA
Data Débito: 02/04/2013
Valor: R\$ 60,00
Tipo Pagamento: Títulos Barrisul / Outros Bancos
Cód. Barras: 0419210067.50151175069.74905040817.1.56560000006000
Cedente/Favorecido: CREARS
Data Vencimento: 02/04/2013

Atenciosamente

Banco do Estado do Rio Grande do Sul S.A.
SAC: 0800 6461515 OUVIDORIA: 0800 6442200





CONFEA		CREA-RS		Registro de Contrato de Atuação Técnica sob forma de Assistência de Responsabilidade Técnica - Lei Federal nº 6496/77 Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do RS 065-44015172594	ART Nº: 6749027	
Dados da ART		Agência/Código do Cliente		Nosso Número: 06719027/28		
Tipo: PRESTAÇÃO DE SERVIÇO Cláusula: NÃO É CONVÊNIO		Participação Técnica: INDIVIDUAL-PRINCIPAL Motivo: NORMAL				
Contratado						
Carteira: RSH1556		Profissional: RODRIGO DORNELLES MAESTRI		E-mail: rmaestri@cpovo.net		
RNP:		Título: Engenheiro Civil		No. Reg.:		
Empresa: NPOCIMA EMPRESA						
Contratante						
Nome: CREA-RS-CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA RS		F-mail:				
Endereço: RUA SÃO LUIS 77		Telefone: 51 3320 2100		CNPJ/CNPIS: 92.095.790/0001-95		
Cidade: PORTO ALEGRE		Bairro: SANTANA		CEP: 90620-170 UF: RS		
Identificação da Obra/Serviço						
Proprietário: CREA-RS-CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA RS		CNPJ/CNPIS: 92.095.790/0001-95				
Endereço da Obra/Serviço: RUA SÃO LUIS 77		Bairro: SANTANA		CEP: 90620-170 UF: RS		
Cidade: PORTO ALEGRE		Bairro: SANTANA		CEP: 90620-170 UF: RS		
Finalidade: OUTRAS FINALIDADES		Dimensão(m²):		Vlr Contrato(R\$): 9000		
Data Início: 27-02-2013		Proc.Fim: 05/04/2013		Honorários(R\$):		
				Luz/Luzer:		
Atividade Técnica	Descrição da Obra/Serviço				Quantidade	Unid.
Pavão Técnico	PARELLEL DUNLO SUBIRREPLUTIA CONDUTO FORÇADO ALVARO					
Pavão Técnico	CHAVES+PIAERS					

03/4/13 Local e Data

De acordo com o profissional: *[Assinatura]*
 RODRIGO DORNELLES MAESTRI
 Profissional

De acordo com o Presidente do CREA-RS: *[Assinatura]*
 Eng. Civil LUIZ ALCIDES CARPANI
 Presidente do CREA-RS
 Contrato

BANR:SLL COBRANCA - BDL

*** CODIGO DE BARRAS ***
 04196565502 00206020210 03501511750 37490274076

*** LÍNEA DIGITAVEL ***
 0419656550215117506974902740761856550200206020

CBX : 19

0000262010 212 20414027032013 *****02,02R
 03FF6B37320C807FC24020FF3007AE1E1C2B

SERVIÇO DE ATENDIMENTO AO CLIENTE: 0800-646.1515
 OUVIDORIA: 0800-644.2200





CONFEA		CREA-RS		Registro de Contrato de Arrendo Técnico sob forma de Assunção de Responsabilidade Técnica - Lei Federal 6186/73 Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do RS 065-449151-7094	ART Nº : 6749002
Dados da ART		Agência/Código do Cedente		Número: 56749002-95	
Tipo: PRESTAÇÃO DE SERVIÇO		Participação Técnica: INDIVIDUAL/PRINCIPAL			
Condição: NÃO É CONVÊNIO		Motivo: NORMAL			
Contratado					
Carteira: RS032598		Profissional: RONALDO BASTOS DIASKE		E-mail: ronido3curricio@gmail.com	
RNP: 220192912		Título: Engenharia Civil		Nr.Reg:	
Empresa: SENEADIMA EMPRESA					
Contratante					
Nome: CREA-RS-CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA RS		Fonete:			
Endereço: RUA SAO LUIS 77		Telefone: (51) 3320-2100		CPF/CNPJ: 92.695.780/0001-95	
Cidade: PORTO ALEGRE		Bairro: SANTANA		CEP: 90620170 UF:RS	
Identificação do Outro Serviço					
Proprietário: CREA-RS-CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA RS		CPF/CNPJ: 92.695.780/0001-95			
Endereço da Obra/Serviço: RUA SAO LUIS 77		Bairro: SANTANA		CEP: 90620170 UF:RS	
Cidade: PORTO ALEGRE		Endereço: RUA SAO LUIS 77			
Finalidade: OBRAS FINLALIDADES		Dimensão(m²):		Vlr Contrato(R\$): 90,0	
Data Início: 27/02/2013		Preç.Fixo: 21.041,2003		Homorários(R\$):	
				Ent.Classe:	
Atividade Técnica		Descrição da Obra/Serviço		Quantidade	
Ponzo Técnica		FAIXAS TÉCNICO SOBRE RUPURA CONJUNTO FORÇADO ALVARO		Unid.	
Ponzo Técnica		CHAVES + OBRAS			

Local e Data: Porto Alegre, 10/04/2013

Assinatura do Contratado: [Assinatura]

Assinatura do Contratante: [Assinatura] **Eng. CIVIL LUIZ ALCEDES CAPOANI**
 CREA-RS-CONS. REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA DO RS

BANRISUL COBRANÇA - BDL

*** CODIGO DE BARRAS ***
 04191585500 00026002210 06501511750 67490024056

*** LINHA DIGITAVEL ***
 0419212067501511750037490024056215355002000E000

CBX : 10

0020262010 210 00415027032013 *****60,00R
 03FF837320C607C24820EF3607AE1E1C26

SERVICO DE ATENDIMENTO AO CLIENTE: 0800-646.1515
 OUVIDORIA: 0800-644.2200

