

Capítulo 16

Utilização de abordagem sistêmica para proposta de solução de problemas construtivos em reservatório de água elevado em edifício residencial

Carla Vitor Paim

White José dos Santos

Antônio Cleber Gonçalves Tibiriçá

Resumo: O pensamento sistêmico é uma forma utilizada para descrever, analisar e compreender as forças e inter-relações das partes constituintes de um sistema como, por exemplo, uma obra de edificação. Mediante observação do comportamento do sistema e articulação dos seus subcomponentes, componentes e subsistemas com o sistema principal, facilita-se o planejamento e o controle de projetos, auxiliando na tomada de decisão de uma situação. Este capítulo tem como objetivo utilizar o pensamento sistêmico para definir a melhor proposta de solução do problema de infiltração da água de um reservatório elevado no teto da casa de máquinas de um edifício multifamiliar. A metodologia tem como base a abordagem sistêmica e pesquisa de campo e estudo da situação existente no reservatório, buscando identificar cada elemento e suas interações no sistema reservatório elevado e deste com o macrossistema -o próprio edifício-. Como resultado tem-se alternativas de solução para cada subsistema; interrelacionadas, obtiveram-se três propostas de solução. O caso estudado permite perceber e compreender a diversidade de possibilidades levantadas para a solução de um problema, e uma possível forma de escolher a mais adequada com vistas à organização e programação de uma atividade corretiva para o problema.

Palavras-chave: Abordagem Sistêmica; Problemas Construtivos; Reservatório de Água.

1. INTRODUÇÃO

As tecnologias e o conjunto de informações disponíveis atualmente podem gerar uma grande diversidade de alternativas possíveis para resolver determinado problema na construção civil. Nessa área, o recurso do pensamento sistêmico pode auxiliar na tomada de decisão de uma situação problemática, observando-se a sua articulação em termos de subcomponentes, componentes, subsistemas e sistema principal. Mandolesi (1981) e Ribeiro e Michalka (2003) descrevem a importância do pensamento sistêmico para o planejamento e o controle de empreendimentos, ressaltando a grande necessidade deste para a perfeita execução dos trabalhos. Afirmam que esse processo permite entender melhor, na Construção Civil, cada parte constituinte de uma obra de edificação e suas interações. O benefício fundamental da tecnologia do pensamento sistêmico é o aumento do entendimento do sistema e dos processos de construção, facilitando, assim, as atividades de planejamento, projeto, execução e manutenção e, consequentemente, permitindo resolver uma série de fatores conflitantes como: clientes x investidores; tempo vs custo; qualidade vs custo; funcionalidade vs produção vs montagem; normalização vs agilidade (SILVA, 2007; BRAGA, 2012).

Para as atividades de avaliação e diagnósticos de manifestações patológicas, o planejamento e o controle apoiado pelo pensamento sistêmico são importantes (SOUZA *et al.*, 2016; LORDSLEEM Jr.; FARO, 2017; PEREIRA *et al.*, 2020; PEREIRA; SILVA; HAMADYK, 2020). Estas ferramentas permitem melhor conduzir a execução dos trabalhos e a implantação de soluções em produtos e serviços de forma inovadora, que auxiliarão na melhoria da qualidade (LIMA, 2019; ROZENFELD *et al.*, 2006). Na aplicação do pensamento sistêmico, as manifestações patológicas na Construção Civil associadas às várias técnicas permitem analisar e solucionar problemas causados tanto por projetos mal elaborados quanto pela má execução da obra. Tem-se como as principais técnicas: Matriz de Priorização – GUT; Análise SWOT; Plano de Ação, utilizando a ferramenta 5W2H; Fluxogramas; Matriz Morfológica; e Matriz de Responsabilidades (ROZENFELD *et al.*, 2006; RIBEIRO; MICHALKA Jr., 2003).

Com essas considerações, neste capítulo recorre-se a ferramentas do pensamento sistêmico para estudar possíveis soluções para o problema de infiltração de água numa casa de máquinas de elevadores de um edifício multifamiliar devido a um reservatório elevado (RE), situação aqui denominada como Sistema Reservatório Elevado (SRE). Esse local do estudo apresenta um conjunto de manifestações patológicas decorrentes da falha no sistema de impermeabilização do SRE e situações conflitantes que condicionam possibilidades de solução.

Do exposto, destaca-se que, aplicando-se o pensamento sistêmico, o foco é identificar cada elemento e suas interações dentro do SRE e deste com o sistema principal, o Edifício A (macrossistema), gerando um conjunto de informações e possibilidades que auxiliem na melhor tomada de decisão para resolver o problema existente.

2. METODOLOGIA

A partir de uma visita exploratória ao SRE, e tendo como suporte a Teoria dos Sistemas, passou-se à investigação do caso da situação problematizada. Portanto, os procedimentos metodológicos tiveram início com a visita ao local para se ter clareza quanto ao objeto, a definição do escopo do estudo (caracterização do sistema) e a respectiva identificação de cada parte constituinte (subsistemas, componentes e subcomponentes) e suas interações com o Edifício A (macrossistema).

Para se caracterizar a situação problematizada e contextualizada sua localização, identificaram-se os problemas encontrados no objeto de estudo e foram analisados os aspectos econômico, social e ambiental de inserção do Edifício A. A fim de sistematizar o contexto da situação-problema, foram identificados também os pontos fortes e fracos, as ameaças e oportunidades do objeto de estudo. Seguiu-se a contextualização sistêmica do SRE do Edifício A, levando-se em conta o contexto e as circunstâncias de ocorrência da situação problematizada e das condições operacionais para se construir e apresentar alternativas de solução. Isso permitiu e facilitou desdobrar o SRE em suas partes constituintes (subsistema; componente; subcomponente), assim como descrevê-las e inter-relacioná-las.

Em seguida, foram pesquisados processos operacionais, métodos construtivos e alternativas tecnológicas que melhor se enquadravam na solução do problema e se compôs um conjunto de recursos possíveis de serem realizadas para cada subsistema, recorrendo-se a uma matriz morfológica e a uma matriz de responsabilidades.

Diante das informações disponíveis sobre mão de obra, materiais e tecnologias adequadas, restrições orçamentárias e de bibliografia especializada, passou-se a investigar e analisar possibilidades de solução dos problemas associados a cada subsistema do SRE. Essas possibilidades foram interrelacionadas para a criação de propostas de solução que definiam processos operacionais, métodos construtivos e alternativas tecnológicas para a fase de intervenções no SRE, com repercussões na rotina do Edifício A.

Para escolher a melhor proposta de solução, foram realizadas análises qualitativas e quantitativas, suportadas por quadros e tabelas. Na análise qualitativa, foi feita a avaliação das vantagens e desvantagens de cada proposta. Na avaliação quantitativa, foram definidos pesos e notas para os critérios que se julgaram relevantes, segundo as condições mais aceitáveis para execução da obra e a posterior manutenção do reservatório elevado. Para o contexto do SRE, foram atribuídos pesos aos condicionantes de obra e manutenção do reservatório e foi definida uma escala de notas de 1 a 5, no qual 5 representa a melhor solução possível para cada condicionante. Fez-se uma ponderação dos pesos atribuídos e das notas estabelecidas.

Por fim, escolheu-se uma alternativa, optando-se pela proposta que apresentava o maior valor total ponderado, sendo desenvolvida uma solução para a situação-problema, levando-se em consideração os contextos econômico, social e ambiental para o SRE e o macrossistema.

3. ESTUDO DE CASO: SISTEMA RESERVATÓRIO ELEVADO DO EDIFÍCIO A

3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O edifício do caso de estudo (Edifício A) está localizado na área central da cidade de Viçosa-MG, na região da Zona da Mata. Esta cidade tem clima tropical de altitude, com verão chuvoso e temperaturas amenas.

A situação-problema decorre da infiltração da água do reservatório elevado (RE) na casa de máquinas, localizada logo abaixo do RE. As ocorrências são manifestações visualmente constatadas como consequência da situação identificada: microfissuras no reservatório elevado; perda de desempenho do sistema de impermeabilização do reservatório superior; umidade superficial e intersticial no teto e nas paredes da casa de máquinas; gotejamento na caixa de luz no teto da casa de máquinas; complexidade da manutenção / limpeza do RE, pelo difícil acesso; deficiências no subsistema de drenagem de água pluvial e de limpeza.

São restrições relacionadas ao contexto do RE: o abastecimento de água não pode parar durante o tempo de obra; prazo máximo de seis semanas para resolver o problema, com os menores transtornos possíveis para os moradores; orçamento de \$30 mil, podendo-se admitir acréscimo durante a obra, limitado a 25%, se autorizado por assembleia de proprietários; a solução deve possuir facilidade de execução e de manutenção.

3.2 PONTOS FORTES E FRACOS, AMEAÇAS E OPORTUNIDADES

A fim de sistematizar o contexto da situação-problema do Edifício A, foram identificados os pontos fortes e fracos, as ameaças e oportunidades do objeto de estudo (ver Quadro 1).

Quadro 1 – Análise do cenário do SRE no contexto do Edifício A.

Pontos fortes	Pontos fracos
Reservatório de água atual possui dimensões que possibilitam várias alternativas de solução.	Casa de máquinas localizada logo abaixo do Sistema Reservatório Elevado (SRE)
Espaço suficiente na cobertura do Edifício A para instalação de reservatório temporário.	Reservatório elevado com impermeabilização comprometida
A existência do reservatório inferior possibilita o abastecimento temporário do edifício.	Dificuldade de acesso de equipamentos, materiais e mão de obra ao SRE.
	Existência de apenas uma célula o reservatório elevado.
	Dificuldade e pouca segurança no acesso à laje de cobertura e ao interior do reservatório elevado.

continuação...

Quadro 1 – Análise do cenário do SRE no contexto do Edifício A.

Oportunidades	Ameaças
Aprendizado com a situação-problema.	Carência de mão-de-obra especializada na região
Facilidade de acesso a profissionais de Engenharia da Construção na Universidade Federal de Viçosa.	Execução da obra fora do prazo e acima do limite orçamentário definido.
Facilidade de acesso a informações atualizadas de soluções construtivas.	Possível paralisação do abastecimento de água durante a execução da obra.
	Não encontrar recursos adequados para a solução do problema na região.

3.3 CONTEXTUALIZAÇÃO SISTÊMICA DO EDIFÍCIO A

A Figura 1 apresenta a árvore relacional do desdobramento do SRE e as Figuras 2 a 8 as árvores relacionais dos subsistemas do SRE identificados no estudo de caso. Ao se perceber as interligações entre cada parte do sistema, foi possível analisar de forma mais detalhada e precisa as partes que podem sofrer alterações conforme as escolhas a serem tomadas para solucionar o problema. Os subsistemas desdobram-se em componentes e subcomponentes, para melhor entender a articulação de cada parte e suas possíveis soluções.

Figura 1 – Árvore relacional do sistema reservatório elevado.



Conforme a Figura 1, foi considerado como sistema o reservatório de água elevado e a casa de máquinas. Como subsistemas, definiram-se as instalações elétricas, instalações hidráulicas, circulações, cobertura, vedações, sustentação e impermeabilização. A seguir são apresentados os subsistemas e seus respectivos componentes e subcomponentes:

a) **instalações elétricas:** na Figura 2, têm-se os componentes: descargas atmosféricas, que corresponde ao conjunto de partes que tem por função descarregar sobrecargas oriundas de raios, sendo que o existente não atende à norma; equipamentos de controle de enchimento do reservatório elevado, que correspondem a sensores capazes de identificar quando o RE está vazio ou cheio; controle dos elevadores; iluminação, compreendendo o conjunto de partes capazes de prover a iluminação necessária nos ambientes do SRE.

b) **instalações hidráulicas:** conforme esquema na Figura 3, corresponde ao conjunto de tubulações e equipamentos aparentes ou embutidos nas paredes, destinados ao transporte, disposição e/ou controle de fluxo de fluidos (fluidos com sólidos em suspensão, água ou gases) em uma edificação. Decompõem-se em: prevenção de incêndio (partes capazes de promover o abastecimento da rede de hidrantes para o combate a incêndio); abastecimento (partes capazes de distribuir a água potável do RE para os apartamentos e áreas sociais do edifício – problemas devido à não existência de duas câmaras no RE); recalque (partes que permitem a elevação da água do reservatório inferior até o RE com o auxílio de eletrobomba); e drenagem (partes capazes de retirar águas não potáveis e convergi-las para o sistema de captação pluvial e daí para a rede urbana: drenagem pluvial, limpeza do reservatório e extravasor de reservatório).

Figura 2 - Árvore relacional do subsistema instalação elétrica.

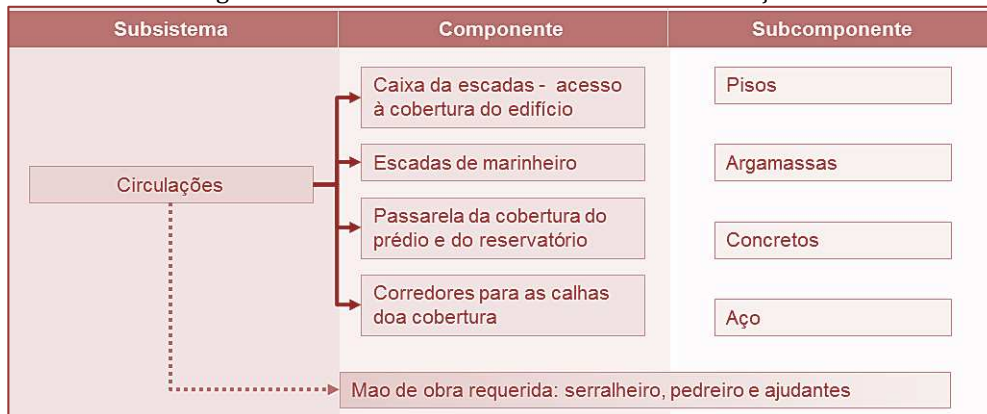


Figura 3 - Árvore relacional do subsistema instalação hidráulica.



c) **circulação:** compreende-se as partes que permitam o acesso tanto à cobertura como ao reservatório elevado, para visitas e/ou manutenção destes. Constatou-se a precariedade do acesso existente, sendo composto por: escadas de acesso à cobertura, escada de marinheiro de acesso ao reservatório elevado e corredores técnicos de manutenção, que permitem a manutenção da cobertura do Edifício A. A Figura 4 mostra a subdivisão desse subsistema.

Figura 4 - Árvore relacional do subsistema circulação.



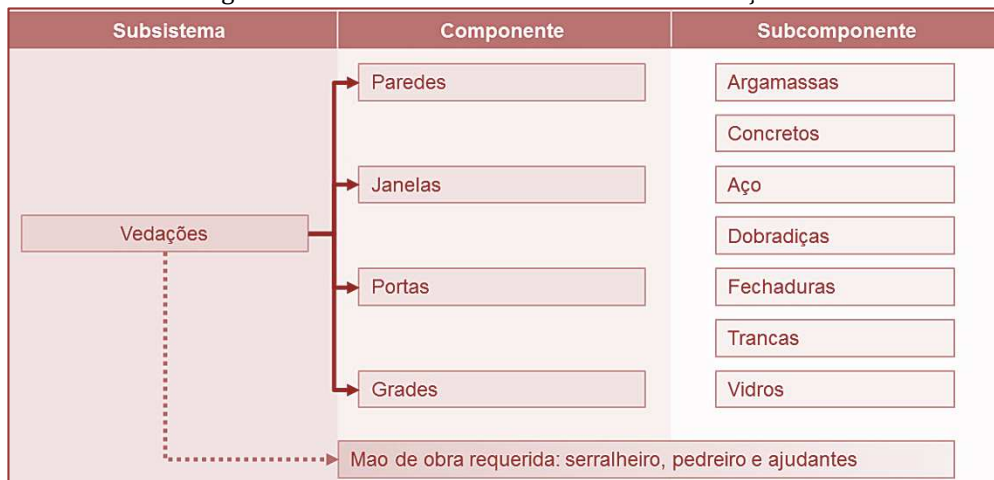
d) **cobertura:** a Figura 5 detalha a divisão desse subsistema e sua interação. Compreende: o telhado na cobertura dos apartamentos, bastante danificado devido ao uso; a laje do teto da casa de máquinas, que está com deterioração do revestimento e da armadura devido à presença de umidade; a laje da tampa do reservatório elevado também se apresenta com acentuada deterioração e exposição de armadura, causada por cobrimento insuficiente da armadura e pela ação de produtos químicos presentes na água tratada do reservatório.

Figura 5 - Árvore relacional do subsistema cobertura.



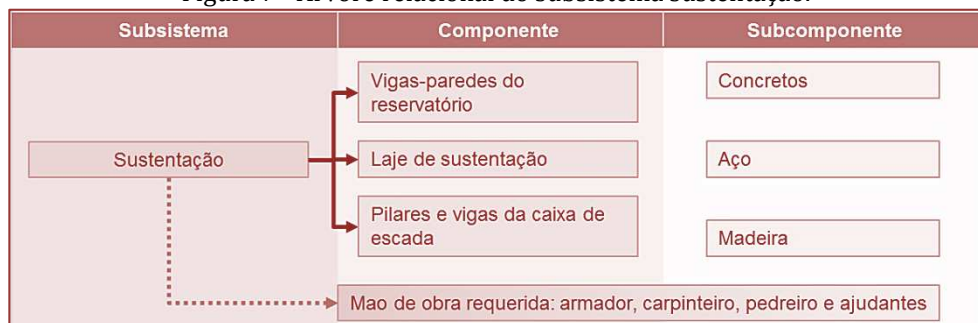
e) **vedação:** o subsistema vedação compreende os componentes: paredes da casa de máquinas e do reservatório, grades, portas e janelas, que se destina a separar os ambientes (Figura 6).

Figura 6 - Árvore relacional do subsistema vedações.



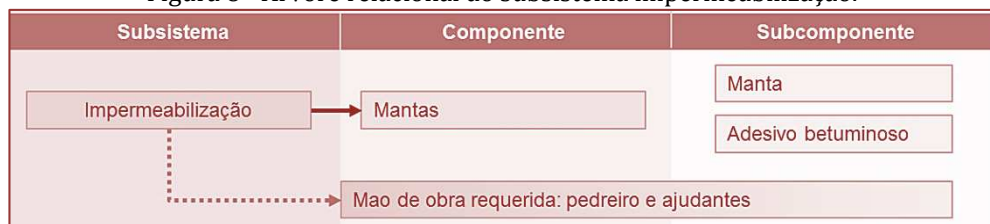
f) **sustentação:** corresponde as partes capazes de suportar as cargas oriundas do peso próprio e de sobrecargas atuantes nas estruturas do Edifício A. Pode ser decomposta em: vigas paredes (paredes laterais do RE que têm a função de suportar as ações decorrentes do empuxo de água no interior do reservatório); laje de sustentação da casa de máquinas (destina-se a suportar as ações oriundas do peso da coluna de água dentro do reservatório), pilares, vigas e laje da caixa de escada (elementos que recebem todas as cargas decorrentes do peso da água do RE e da casa de máquinas). A Figura 7 retrata esse subsistema.

Figura 7 - Árvore relacional do subsistema sustentação.



g) **impermeabilização:** consiste no problema central deste trabalho, no qual a falha na impermeabilização do reservatório (laje da casa de máquinas) está causando danos às instalações elétricas e aos quadros de comandos dos elevadores (Figura 8).

Figura 8 - Árvore relacional do subsistema impermeabilização.



3.4 ALTERNATIVAS DE SOLUÇÃO PARA A SITUAÇÃO PROBLEMA

A fim de sistematizar o contexto e o entendimento dos fatores da situação-problema, foram detalhados e analisados os processos operacionais, métodos construtivos e alternativas tecnológicas para cada subsistema do objeto de estudo. Diante disso, identificou-se um elevado número de possibilidades e de interações admissíveis entre eles. Foram então, estruturados três esquemas que ilustram possibilidades de sequência de atividades (e suas interações) para a solução do problema de infiltração de água do SRE (Figuras 9, 10 e 11). Essas possibilidades podem ser compreendidas como:

a) **primeira proposta:** retratada na Figura 9, consiste na demolição manual da laje da tampa do RE, preservando as paredes do reservatório elevado, e instalação de dois reservatórios de polipropileno. O acesso ao RE seria por meio de nova escada de marinheiro e plataforma de serviço em estrutura metálica. Execução de impermeabilização somente na laje de fundo do RE. A parte elétrica de iluminação e sensores seria refeita de forma correta (sem improvisações). A parte hidráulica: de abastecimento, de incêndio e de drenagem da água pluvial, de limpeza do reservatório e de ladrão seriam novas, de forma a atender condições normativas e limitações espaciais do local de aplicação. Construção de um telhado em estrutura metálica sobre os dois reservatórios de polipropileno. Para essa proposta, seria construída uma estrutura de içamento e uma plataforma de serviço em estrutura metálica no topo do prédio para transporte e instalação dos reservatórios de polipropileno, das novas telhas metálicas, perfis metálicos e outros materiais que forem necessários. Instalação de reservatórios temporários de fibra de vidro (2 reservatórios de 2000 litros cada) para atender ao abastecimento e incêndio durante a obra.

b) **segunda proposta:** esquematizada na Figura 10, a solução propõe a manutenção das vigas-paredes e do fundo do reservatório superior, a construção de uma parede de concreto armado dividindo-o em duas câmaras conjugadas para armazenamento de água, a demolição manual da laje de cobertura do RE (deterioração elevada) e reconstrução de outra com duas aberturas maiores (uma por câmara), de modo a facilitar o acesso e a manutenção do RE. Seria feita pequena parede em alvenaria de vedação sobre o reservatório, propiciando o uso da laje como plataforma de serviço. O acesso ao RE seria por meio de uma escada de marinheiro. Seria feita nova impermeabilização com manta em todo o reservatório (fundo, paredes, laje de fundo e topo do reservatório), mantendo-se o sistema existente (redução de entulho). Ao fim do processo, a realização de prova de carga é imprescindível para verificação da estanqueidade do subsistema. A parte elétrica de iluminação e sensores seria refeita de forma correta (sem improvisações). A parte hidráulica de abastecimento, incêndio, drenagem da água pluvial, limpeza do reservatório e do ladrão seriam refeitas de forma a atender condições normativas e limitações do local de aplicação. Ressalta-se que as ligações e registros seriam colocados externamente ao reservatório e próximo à escada de acesso, permitindo que as operações de manutenção sejam facilitadas. Estrutura de içamento: guinchos de coluna. Também seriam instalados reservatórios temporários de fibra de vidro (2 reservatórios de 2000 litros cada) para atender ao abastecimento e incêndio durante a obra.

Figura 9 - Fluxograma esquemático para a primeira proposta de solução do problema de infiltração de água causado pelo SRE.

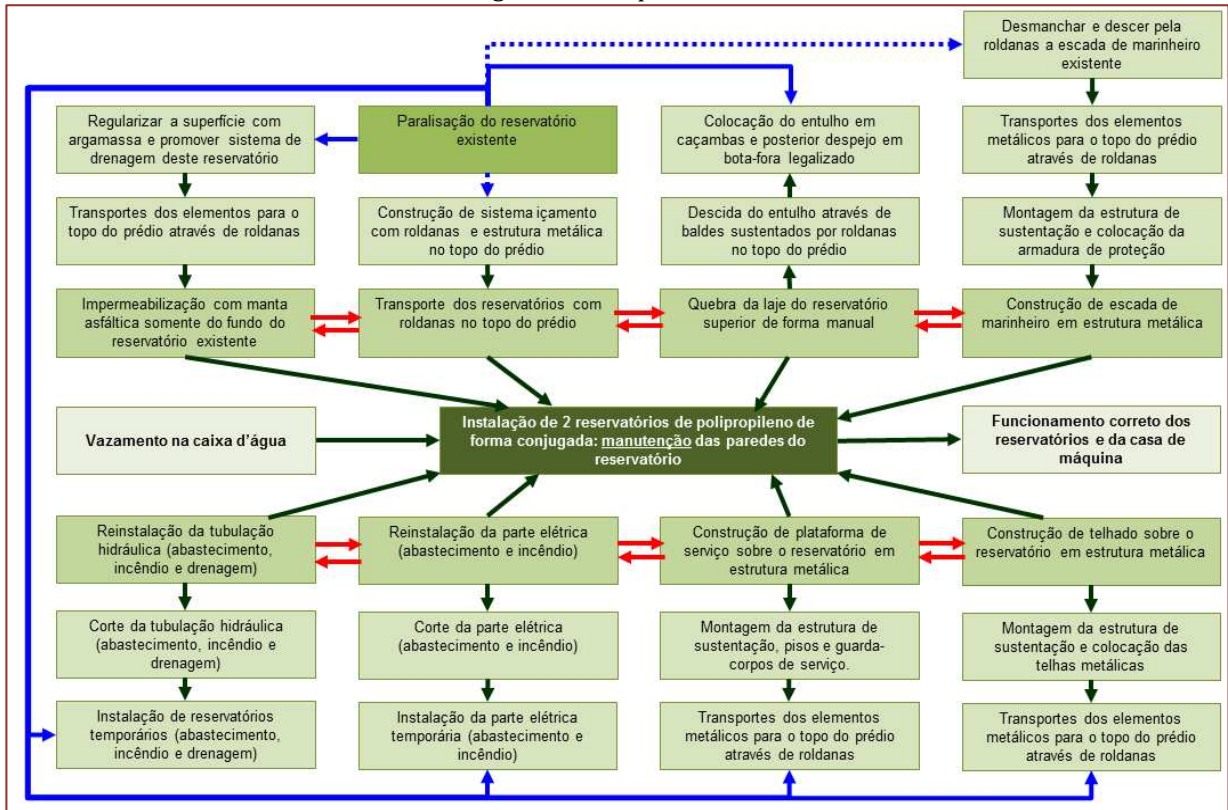
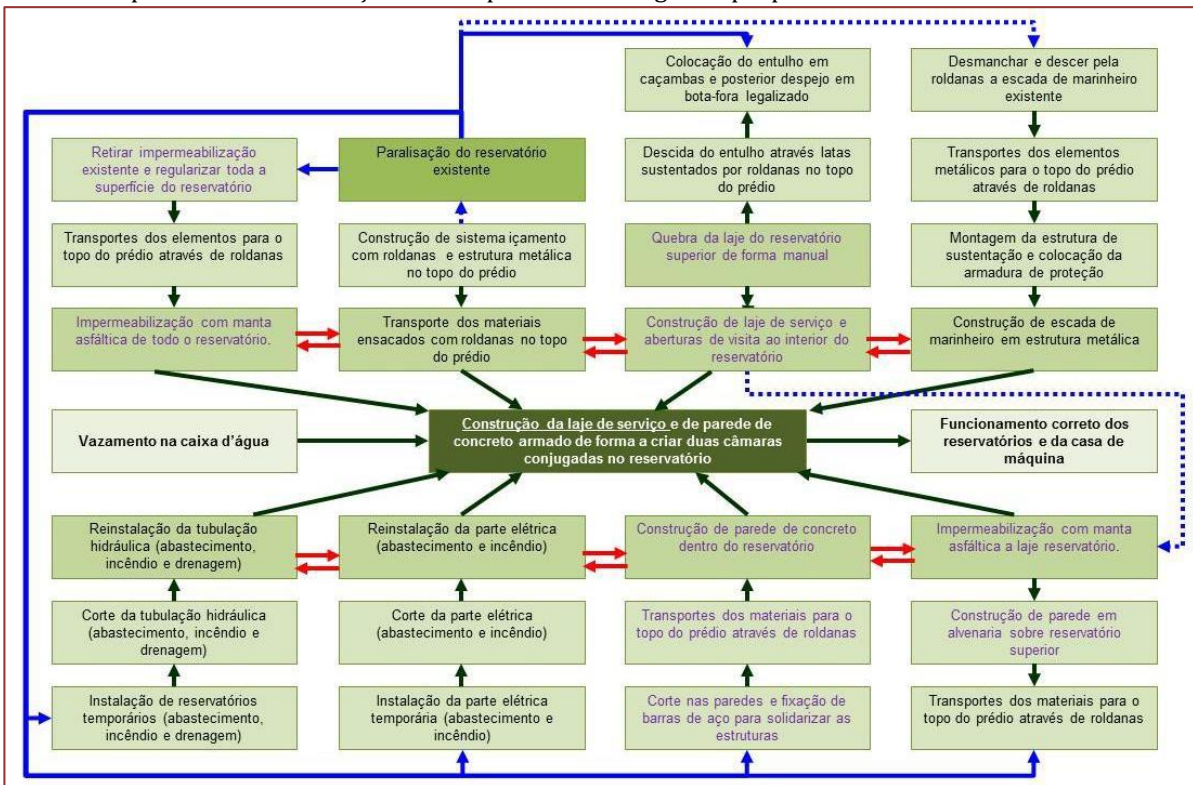
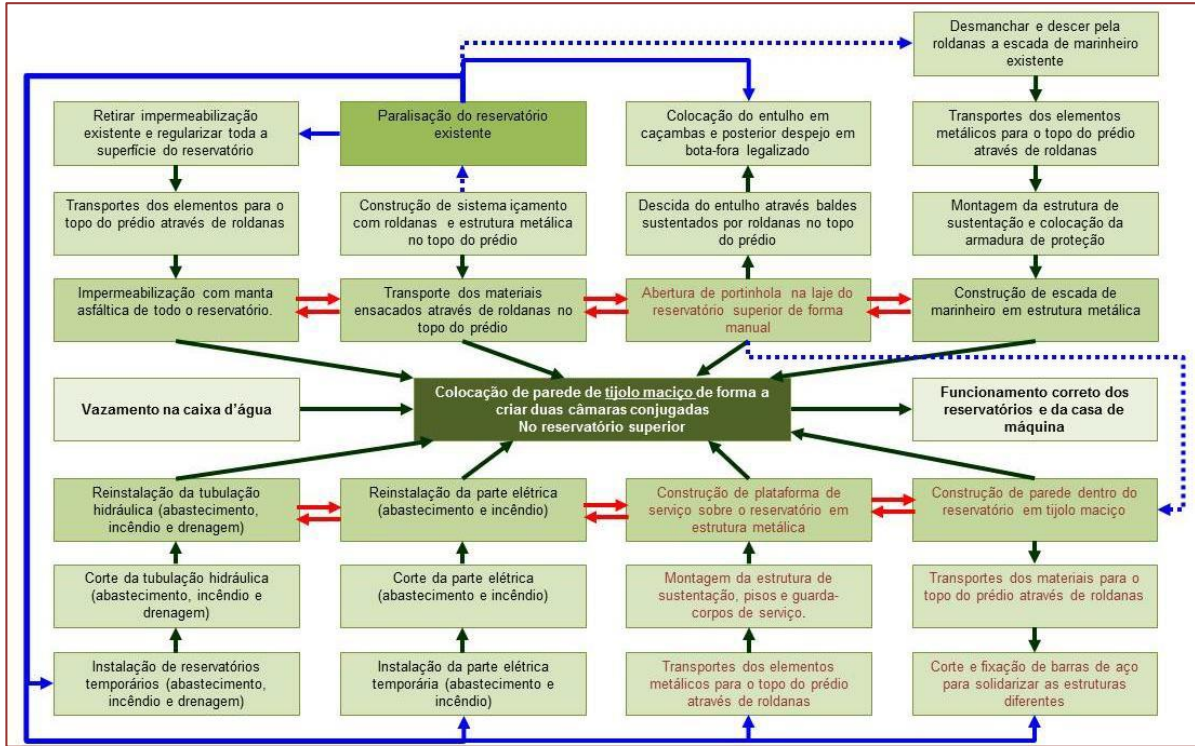


Figura 10- Fluxograma esquemático da segunda proposta de solução do problema de infiltração de água causado pelo SRE. As diferenças entre a primeira e a segunda propostas estão marcadas na cor lilás.



c) **terceira proposta:** o processo construtivo da terceira proposta é o mesmo da segunda (Figura 11), diferenciando-se apenas na alternativa tecnológica construtiva da parede que cria as duas câmaras conjugadas no interior do reservatório superior e recuperação da laje de forro existente no RE. Nesse caso, seria construída uma parede de tijolo maciço com armadura embutidas dentro das juntas argamassadas.

Figura 11 - Fluxograma esquemático para terceira proposta de solução do problema de infiltração de água causado pelo SRE. As diferenças entre a segunda e a terceira propostas estão marcadas na cor vermelha.



3.5 AVALIAÇÃO E SELEÇÃO DAS PROPOSTAS

A escolha da melhor proposta exigiu que se levantassem vantagens e desvantagens de cada alternativa. Para isso, primeiramente foram analisadas vantagens e desvantagens de cada uma, de maneira mais subjetiva/qualitativa. Depois se organizou uma avaliação quantitativa, conforme Quadro 2, buscando assim a proposta que permitisse resolver o problema do SRE e ficasse dentro do orçamento e dos prazos aceitáveis.

Quadro 2 – Procedimento para seleção das propostas.

		Fatores condicionantes [Pesos, Pi]							
		Mão de obra [10]	Materiais/ Equipamentos [15]	Transporte [20]	Custo [20]	Prazo [20]	Entulho [5]	Manutenção [10]	Total Ponderado
Propostas [Notas, Ni]	Primeira	4	4	3	4	5	4	3	390
	Segunda	5	5	5	5	4	4	5	460
	Terceira	5	3	5	5	4	5	3	430

Atribuíram-se pesos para os condicionantes de obra e pós-obra mais importantes para a solução do problema no SRE. Quanto melhor a qualidade, facilidade ou disponibilidade de realização do condicionante, maior será a sua nota. Para isso foi estabelecida uma escala de notas de 1 a 5 (5 representa a melhor situação possível para o condicionante). Além disso, foram aplicados pesos para cada condicionante, avaliado por especialistas em função da relevância, importância para o desenvolvimento das atividades de execução da obra e para fins de manutenção do RE (Quadro 2).

Ponderando-se notas (1 a 5) com os pesos atribuídos, obteve-se um total para cada proposta, o que permitiu ranqueá-las. A ponderação foi obtida por meio da equação 1.

$$\text{Total} = \sum N_i.P_i$$

[Equação 1]

Analisadas de forma sistêmica e sistemática das propostas pelo Quadro 2, tem a segunda proposta como mais vantajosa (maiores valores) e, numa análise mais ampla e global, constatou-se também que esta permitirá maior conforto durante a manutenção, custos e prazos aceitáveis e facilidade de execução (materiais, mão de obra, equipamentos e transporte), sendo escolhida para detalhamento final e possível execução no Edifício A.

3.6 PROPOSTA DE SOLUÇÃO PARA A SITUAÇÃO-PROBLEMA

A reforma do reservatório elevado deverá ser composta pelas seguintes atividades e ordem de execução:

- a) Instalar, antes de iniciar as obras, dois reservatórios temporários de fibra de vidro com 2000 L na cobertura de cada um dos dois blocos de apartamentos para o abastecimento do edifício até a finalização das obras. Salienta-se que as instalações elétricas e hidráulicas devem ser dispostas nos reservatórios temporários de forma a deixá-las em condição de realizar a reconexão com o sistema principal do prédio no menor tempo possível;
- b) prever em cronograma as datas em que os reservatórios temporários deverão estar prontos para instalação, com dia e horário da troca devidamente comunicada aos moradores sobre a interrupção do fornecimento de água por até duas horas;
- c) prosseguir com a instalação do sistema de içamento de guincho de coluna elétrico no topo do prédio, próximo ao corredor de serviço sobre a laje de cobertura dos apartamentos;
- d) proceder à demolição manual da laje de cobertura do reservatório elevado e, no local onde ficará a parede de concreto, remover todo o revestimento interno do reservatório (parede e laje de fundo) numa faixa de 60cm de largura;
- e) tomar uma série de cuidados para a construção da parede de concreto armado no interior do RE como: limpeza da superfície de contato, fixação de barras que a sustentarão e a garantia da qualidade/características do concreto;
- f) executar a construção da laje de forro do reservatório elevado segundo processos convencionais (formas, armaduras e concretagem), e junto a parede do RE.
- g) aplicar uma inclinação de 1% a 2% no revestimento da laje de forro do reservatório elevado para as instalações de captação e escoamento pluvial das águas de chuva;
- h) refazer as instalações hidráulicas e elétricas, conforme as especificações de projeto e normas pertinentes;
- i) construir guarda-corpo em estrutura metálica com 90cm de altura no contorno do RE;
- j) executar uma escada de marinho com proteção contra quedas;
- k) dispor as instalações elétricas (sensores, tomadas e pontos de iluminação) e hidráulicas (recalque, abastecimento, extravasor, drenagem da laje de forro e limpeza) no reservatório elevado de forma a deixá-las em condição de realizar a reconexão com o sistema principal do prédio no menor tempo possível;

- l) aplicar, depois que a estrutura secar, adesivo de fixação a base de resina acrílica para permitir a perfeita aderência entre a estrutura antiga e a nova estrutura de impermeabilização;
- m) regularizar, antes e depois da colocação da manta betuminosa, as paredes e a laje de piso interno e de forro do reservatório elevado com argamassa de cimento e areia, mantendo-se os cantos abaulados (arredondados);
- n) iniciar, posteriormente a cura do concreto da parede e da laje de forro do reservatório elevado e da argamassa de regularização, o processo de impermeabilização do reservatório (piso e paredes internas e laje de cobertura na parte externa) com manta asfáltica;
- o) realizar teste de carga d'água no reservatório elevado para testar a manta de impermeabilização;
- p) promover a pintura de toda a parte interna do RE (piso, paredes e teto) com tinta a base de resina epóxi para deixar a superfície mais lisa e de fácil limpeza;
- q) religar as novas instalações de água com o sistema principal, conforme item 'a' e realizar testes para verificar o correto funcionamento de todo o conjunto;
- r) realizar as obras de reforma das paredes externas do reservatório superior;
- s) instalar um novo componente para atender as possíveis descargas atmosféricas, atendendo ao item 5.1.1.3.3 da ABNT NBR 5419: 2001.

Conclui-se todo o processo com a desmontagem do canteiro de obras (andaimas, depósito de materiais, guincho de coluna etc.).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo de caso do SRE no Edifício A permitiu refletir a grande diversidade de possibilidades que podem ser levantadas para a resolução de um problema: no caso, a infiltração de água do reservatório superior no teto da casa de máquinas dos elevadores. Ressalta-se que a geração das alternativas decorreu de ampla discussão para aclarar e compreender as multifaces que envolviam tomar a decisão da solução entendida como a melhor para todo o contexto apresentado. Neste sentido, estabelecer o sistema, seus desdobramentos e articulações (subsistemas, componentes, subcomponentes e as bases materiais) e suas interações com o macrossistema que se circunscreveu. Conseqüentemente, o uso da abordagem sistêmica foi essencial para compreender como alterações em uma parte geram a necessidade de alterações devidamente coordenadas com as demais. A estruturação e o tratamento dos subproblemas sistematizada e articuladamente ampliaram os cenários e horizontes para a análise das partes constituintes do problema e suas interações, permitindo objetividade na escolha/decisão pelos interessados e envolvidos com a situação.

A metodologia proposta para a resolução do trabalho permitiu qualificar e avaliar a importância dos vários aspectos existentes e, com o apoio de especialistas, atribuir fatores de ponderação de acordo com a relevância dos critérios de julgamento, seja durante a obra ou mesmo durante a manutenção/limpeza.

A proposta escolhida foi entendida como a que permitiria a reforma/adequação do sistema reservatório elevado de água do Edifício A causando menor incômodo aos condôminos e moradores num prazo ajustado entre as partes interessadas e envolvidas em todo o processo. Além disso, parâmetros como mão de obra facilitada (no sentido de que podem ser empregados profissionais sem grandes conhecimentos específicos para realização do serviço), custo dentro do orçamento, prazos aceitáveis (expectativa de 45 dias) e a maior facilidade de realizar a limpeza do reservatório, permitiram que tal opção fosse considerada a adequada, ou seja, a segunda proposta foi considerada como a melhor em termos de viabilidade técnica, econômica e ambiental para fins de intervenção física e procedimentos de manutenção.

REFERÊNCIAS

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 5419. Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas. Rio de Janeiro. 2010.
- . NBR 9575. Impermeabilização - Seleção e projeto. Rio de Janeiro. 2012.
- . NBR 9574. Execução de impermeabilização. Rio de Janeiro. 2008.
- [2] BAÍA, L. L. M; SABBATINI, F. H. Projeto e execução de revestimentos de argamassa. 4ª edição. Ed. O Nome da Rosa. 2008.
- [3] BRAGA, R. T. Vaccare. Engenharia reversa e reengenharia. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/38229403/Engenharia-Reversa-e-Reengenharia>. Acesso em: 31.mar.2012.
- [4] LORDSLEEM JR, A. C.; FARO, B. H. (2017). Facade cladding detachment: Case study. Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción. 7: 148-159.
- [5] LIMA, M. G. H. (2019). Diagnosis of incidences of pathological manifestations using the GUT matrix methodology - case study. Monograph (Federal Rural University of the Semi-Arid) of Civil Engineer.
- [6] MANDOLESI, E. Edificación. Barcelona: CEAC, 1981.
- [7] PEREIRA, C.; SILVA, E.; HAMADYK, A. (2020). Probabilistic analysis of the durability of architectural concrete surfaces. Applied Mathem. Mod. 77: 199-215.
- [8] PEREIRA, C.; SILVA, A., BRITO J., SILVESTRE, J.D. (2020). Urgency of repair of building elements: Prediction and influencing factors in façade renders, Construction and Building Materials, 249: 1-16.
- [9] PREFEITURA MUNICIPAL DE VIÇOSA. Localização. S.d. Disponível em: http://www.vicosa.mg.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=46&Itemid=57. Acesso em: 3.jun.2012.
- [10] RIBEIRO, M. S.; MICHALKA Jr., C. A contribuição dos processos industriais de construção para adoção de novas tecnologias na construção civil no Brasil. Vértices. 5 (3) 2003.
- [11] ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F.; AMARAL, D.C.; TOLEDO, J.; ALLIPRANDINI, D.; SILVA, S.L. E SCALICE, R. Product Development Management: A Reference for Process Improvement. São Paulo: Saraiva. 2006.
- [12] SOUZA, J.S. et al. Study of damage distribution and intensity in regions of the façade, Journal of Building Pathology and Rehabilitation, 3: 1-9. 2016.
- [13] SILVA, M. E. Planejamento e controle de projetos. Apostila Técnica. FUMEP – Fundação Municipal de Ensino de Piracicaba, EEP – Escola de Engenharia de Piracicaba, COTIP – Colégio Técnico Industrial de Piracicaba. 2007.