



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO  
TOCANTINS – CAMPUS PALMAS  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM CONSTRUÇÃO DE  
EDIFÍCIOS**

**ANDRÉIA GONÇALVES DE ALMÉIDA BARROS**

**SOLUÇÕES DE IMPERMEABILIZAÇÃO PARA RESERVATÓRIOS  
ELEVADOS CONSTRUÍDOS EM ALVENARIA ESTRUTURAL OU  
CONCRETO ARMADO NA CIDADE DE PALMAS – TOCANTINS**

**PALMAS – TO  
2010**

**ANDRÉIA GONÇALVES DE ALMÉIDA BARROS**

**SOLUÇÕES DE IMPERMEABILIZAÇÃO PARA RESERVATÓRIOS  
ELEVADOS CONSTRUÍDOS EM ALVENARIA ESTRUTURAL OU  
CONCRETO ARMADO NA CIDADE DE PALMAS – TOCANTINS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
à Coordenação da Área de Construção Civil  
como requisito parcial para obtenção do Título  
de Tecnólogo do Curso Superior de  
Tecnologia em Construção de Edifícios, do  
Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia do Tocantins – Campus Palmas.

Orientador:  
Prof. Eng. Civil M. Sc. Gilson Marafiga  
Pedroso

**PALMAS - TO  
2010**

Dedico o presente trabalho aos meus pais; Divino e Marilúcia, meus irmãos, amigos e familiares. Pelo apoio, compreensão e auxílio nos momentos mais difíceis. A todos vocês muito obrigada.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela luz da esperança alcançada em todas as alegrias e tristeza da vida.

Aos meus pais Divino Gonçalves e Marilúcia Barros que mim deram a vida e mim ensinaram a vivê-la com dignidade.

Ao meu orientador, professor M. Sc. Gilson Marafiga Pedroso, mestre, persistente, dedicado e amigo que, com diretrizes seguras e muita paciência deu-me condições de desenvolver e finalizar este trabalho.

A professora Eng. M.Sc. Adriana pela disposição oferecida no decorrer do desenvolvimento deste trabalho.

A todos os professores do IF-TO, que direta ou indiretamente contribuíram com este projeto.

Aos examinadores, senhores Eng. M.Sc. Danilo Gomes Martins, e Eng. Dr. Valentim Capuzzo Neto, pela simpatia à elaboração deste trabalho.

Aos acadêmicos e amigos Ricardo Polonial, Fernando Bonfim e Heber Gonçalves, que colaboraram ao longo deste período com a transferência de aprendizado, constante incentivo e apoio necessário.

A todos os colegas acadêmicos do curso, pela troca de conhecimento ao longo desta jornada.

## EPÍGRAFE

*“É muito melhor arriscar coisas grandiosas alcançando triunfo e glória, mesmo expondo-se a derrota, do que formar filas com os pobres de espírito que não sofrem tanto nem gozam muito, porque vivem nessa penumbra cinzenta, onde não se conhece derrota nem vitória”.*

Franklin D. Roosevelt.

## RESUMO

A indústria da construção civil vem crescendo de forma acentuada no Brasil, em especial nos últimos 5 anos, aumentando a construção de edifícios de maneira geral, incrementando a economia do país, com reflexos expressivos no PIB brasileiro. No entanto, o crescimento gera sempre o aparecimento de gargalos em alguns setores, no caso aqui tratado, tecnologias de impermeabilização para os reservatórios elevados para os novos edifícios, em todo o país e também na capital do TO, região foco deste trabalho. Na pesquisa do tema, identificou-se na cidade de Palmas, TO, que o sistema de impermeabilização mais adotado é o flexível com adoção de mantas asfálticas, sendo o sistema semi-flexível em argamassa elastomérica o segundo sistema mais adotado. O estudo também revelou que há necessidade de maior esclarecimento por parte dos profissionais em relação à importância da impermeabilização em reservatórios elevados, dos benefícios obtidos com a aplicação do sistema e do projeto de impermeabilização. Concluiu-se que apesar do uso já a alguns anos destes sistemas na cidade, ainda persistem algumas manifestações patológicas de origem na aplicação incorreta destes materiais, o que pode ocasionar então inconformidades de uso dos reservatórios elevados.

**Palavras-chaves:** Construção Civil, impermeabilização, reservatórios elevados.

## **ABSTRACT**

The civil construction industry has grown dramatically in Brazil, especially in the last five years, increasing the construction of buildings in general, increasing the country's economy, with significant reflections in the Brazilian GNP. However, the growth always leads to the emergence of bottlenecks in some sectors, in the case treated here, waterproofing technology for elevated tanks for the new buildings, across the country and also in the capital of Tocantins, focus region of this work. In the topic research, it has been identified in the city of Palmas, that the most adopted waterproofing system is the flexible with the adoption of asphalt blankets, in regard of the semi-flexible system in polymer grout, the second most adopted system. The study also revealed that there is need for further clarification from professionals about the importance of waterproofing in elevated tanks, the benefits achieved through implementation of the system and the waterproofing project. It has been concluded that despite the use for a number of years of these systems in the city, there are still some pathological manifestations of origin from the incorrect application of these materials, which can then lead unconformities of use of elevated tanks.

**Keywords:** building construction, waterproofing, elevated tanks

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Reservatório elevado com infiltrações. ....                                               | 15 |
| Figura 2 - Corrosão das armaduras . ....                                                             | 16 |
| Figura 3 - Reservatório Elevado de Concreto .....                                                    | 20 |
| Figura 4 - Mofo e apodrecimento.. ....                                                               | 23 |
| Figura 5 - Ferrugem das armaduras .....                                                              | 24 |
| Figura 6 - Eflorescência em Reservatório de Concreto.....                                            | 25 |
| Figura 7 – Mantas Asfálticas .....                                                                   | 32 |
| Figura 8 - Preparação da superfície para receber a impermeabilização .....                           | 35 |
| Figura 9 – Superfície Regularizada .....                                                             | 35 |
| Figura 10 - . EPIs necessários para a execução da impermeabilização .....                            | 39 |
| Figura 11 - Superfície regularizada para receber o processo de impermeabilização.<br>.....           | 41 |
| Figura 12 - Reservatório com a aplicação do primer.....                                              | 41 |
| Figura 13 - Manta asfáltica.....                                                                     | 42 |
| Figura 14 – Aplicação da manta asfáltica.....                                                        | 43 |
| Figura 15 – Sobreposição das mantas asfálticas .....                                                 | 44 |
| Figura 16 – Tratamento das bordas .....                                                              | 44 |
| Figura 17 – Sobreposição de 10cm das mantas asfálticas das paredes com piso ...                      | 45 |
| Figura 18 – Orifício impermeabilização .....                                                         | 46 |
| Figura 19 – Reservatório impermeabilizado .....                                                      | 46 |
| Figura 20 - Mistura do elastomérico com o uso de hélice de aço na furadeira elétrica<br>.....        | 48 |
| Figura 21 - Preparação da base do reservatório .....                                                 | 48 |
| Figura 22 - Aplicação de argamassa elastomérica com o uso de trincha no<br>reservatório elevado..... | 49 |
| Figura 23 - Aplicação da tela Poliéster após a primeira demão do elastomérico .....                  | 50 |
| Figura 24 - Aplicação da argamassa polimerica no reservatório.....                                   | 51 |
| Figura 25 - Aplicação da resina poliuretana. ....                                                    | 52 |
| Figura 26 - Aplicação da resina poliuretana. ....                                                    | 52 |

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CAP – Cimento Asfáltico de Petróleo

EPI – Equipamento de Proteção Individual

NBR – Norma Brasileira

PVC – Policloreto de Vinila

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

% – Porcentagem

## SUMÁRIO

|                                                                                                                     |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO.....</b>                                                                                           | <b>11</b> |
| 1.1. TEMA DA PESQUISA.....                                                                                          | 13        |
| 1.1.2 Delimitação do Tema .....                                                                                     | 13        |
| 1.2 PROBLEMA .....                                                                                                  | 13        |
| 1.3 HIPÓTESE / PREMISSE.....                                                                                        | 14        |
| 1.4 OBJETIVOS .....                                                                                                 | 14        |
| 1.4.1 Objetivo Geral .....                                                                                          | 14        |
| 1.4.2 Objetivos Específicos .....                                                                                   | 14        |
| 1.5 JUSTIFICATIVA .....                                                                                             | 14        |
| 1.6 MÉTODO DA PESQUISA .....                                                                                        | 17        |
| 1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO.....                                                                                      | 17        |
| <b>2. DESENVOLVIMENTO .....</b>                                                                                     | <b>19</b> |
| 2.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....                                                                                      | 19        |
| 2.1.1 IMPERMEABILIZAÇÃO.....                                                                                        | 21        |
| 2.1.2 EFEITOS DA INFILTRAÇÃO .....                                                                                  | 22        |
| 2.1.3 SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO.....                                                                            | 26        |
| 2.1.4 REQUISITOS PARA REALIZAÇÃO DA IMPERMEABILIZAÇÃO .....                                                         | 33        |
| 2.1.5 IMPORTÂNCIA DO PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO.....                                                              | 36        |
| 2.2 IMPERMEABILIZAÇÕES PARA RESERVATÓRIOS ELEVADOS .....                                                            | 36        |
| <b>3. PROCEDIMENTOS PRÁTICOS DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS DE<br/>IMPERMEABILIZAÇÃO PARA RESERVATÓRIOS ELEVADOS.....</b> | <b>38</b> |
| 3.1 SISTEMAS FLEXÍVEIS .....                                                                                        | 39        |
| 3.2 SISTEMAS SEMI-FLEXÍVEIS OU SEMI-RÍGIDOS.....                                                                    | 47        |
| 3.3 OUTROS SISTEMAS ADOTADOS.....                                                                                   | 50        |
| <b>4. CONCLUSÕES .....</b>                                                                                          | <b>53</b> |
| <b>5. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....</b>                                                                 | <b>56</b> |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>                                                                             | <b>57</b> |
| <b>BIBLIOGRAFIA .....</b>                                                                                           | <b>59</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas do século XX a patologia na construção civil passou a ser considerada como campo de estudo nesta área. O estudo das patologias vem contribuindo de forma significativa para o conhecimento sobre a prevenção e o tratamento de problemas da construção civil. Dentre as patologias mais comuns nesta área destaca-se a infiltração. Esta ocasiona uma variedade de problemas que afetam sobremaneira a estrutura física da obra, além de ocasionar outros problemas, como por exemplo, econômico-financeiro e na saúde física e emocional dos proprietários e moradores. (PONT; PAVAN, 2007).

Sendo assim, o mercado da construção civil exige dos profissionais técnicas que visam soluções a fim de proteger as edificações contra as intempéries da natureza, buscando cada vez mais processos construtivos com a finalidade de proteger a vida útil das construções, no constante trabalho de resistir às infiltrações.

A proteção das estruturas contra infiltrações de água é condição mínima e necessária a qualquer edificação. Cabem aos profissionais da área especificar sistemas de proteção e impermeabilização, capazes de proteger e ampliar a vida útil das construções.

A impermeabilização é um recurso utilizado com frequência tanto na prevenção de infiltrações como no seu tratamento.

Segundo ARANTES (2007), nas estruturas onde não se tem o sistema de impermeabilização é visto que há oxidação da armadura, desligamento do reboco, azulejos e pastilhas cerâmicas com a alvenaria, descascamento de pintura, surgimento de bolores e fungos deixando o ambiente insalubre e prejudicial à saúde.

A impermeabilização é uma técnica que consiste na aplicação de produtos específicos com o objetivo de proteger as diversas áreas de uma edificação contra a ação da água, garantindo a salubridade dos ambientes e dando segurança a estrutura. Em outras palavras, é o sistema construtivo que protege a edificação contra as condições do meio em que está edificada, visando os aspectos de durabilidade e conforto do usuário, bem como a eficiente proteção que deve ser oferecida aos diversos elementos de uma obra sujeitas às ações das intempéries.

Como tudo em construção civil, a impermeabilização também deve ser planejada para reduzir o custo e aumentar a eficiência, caso contrário, corre-se o risco de prejudicar o andamento da obra, ter gastos extras e comprometer o desempenho do produto final. Além disso, é fundamental que seja compatibilizada com os demais componentes da edificação para não sofrer ou ocasionar interferências.

Conforme VERÇOZA (1985), Impermeabilização não é segredo. Impermeabilização não é improvisação. Impermeabilização é tecnologia de construção civil, e como tal de ser tratada.

Este trabalho visa analisar sistemas construtivos de impermeabilizações utilizados nos reservatórios elevados construídos em alvenaria estrutural e concreto armado na cidade de Palmas, com o intuito de encontrar as melhores soluções viáveis e práticas de aplicação e durabilidade para as condições atuais.

O objetivo do processo construtivo de impermeabilização nos reservatórios elevados é proporcionar proteção e durabilidade da estrutura contra infiltrações, garantido a salubridade dos ambientes e atendendo as exigências do proprietário. Tendo em vista que são muitos e freqüentes os problemas devido à má execução ou inexistências das impermeabilizações nos reservatórios, a falta deste sistema poderá ocasionar direta ou indiretamente uma serie de problemas patológicos, que contribui de modo a afetar negativamente não só as estruturas de construção como á saúde dos usuários.

O interesse em realizar este estudo decorre do fato de a temática "impermeabilização" ter sido abordada de forma sucinta no Curso de Construção de Edifícios e por se considerar que tal conhecimento é de relevância na formação do tecnólogo, posto que a qualidade da obra esteja associada, entre outros fatores ao surgimento ou não de patologias, dentre essas a infiltração. Ademais, esta temática não tem sido abordada nos TCCs do Curso de Construção de Edifícios do IF - Campus de Palmas – TO, o que imprime originalidade ao estudo.

Assim sendo, o desenvolvimento do TCC nesta área constitui-se em uma oportunidade para aprofundar a formação acadêmica e para obtenção de elementos teórico - metodológicos capazes de enriquecer a atuação profissional.

A ênfase da pesquisa foi dada à identificação e análise dos sistemas de impermeabilização adotados nos reservatórios elevados de palmas por meio de pesquisas de campo – visitas em obras e com representantes comerciais dos

respectivos produtos, com a finalidade de obter as melhores soluções de aplicação e durabilidade sobre o tema em estudo.

Após uma explanação sobre o processo construtivo, foi realizada uma revisão bibliográfica a fim de identificar os aspectos mais relevantes apresentados pela literatura, sobre impermeabilização de reservatórios e a importância do uso adequado do sistema.

## 1.1. TEMA DA PESQUISA

Impermeabilização para reservatórios elevados.

### 1.1.2 Delimitação do Tema

Soluções de impermeabilização para reservatórios elevados construídos em alvenaria estrutural ou concreto armado na cidade de Palmas – Tocantins.

## 1.2 PROBLEMA

A impermeabilização de reservatórios elevados é uma forma de garantir a vida útil da estrutura contra infiltração de água. Sendo assim, executada de maneira errada poderá gerar uma série de problemas, como por exemplo, corrosão das armaduras, colocando em risco a segurança da edificação. Além de causar gastos na recuperação estrutural dando prejuízos para o proprietário do imóvel.

Dentro deste contexto de preservação da estrutura contra a umidade, qual é a melhor solução de impermeabilização para reservatórios elevados construídos na cidade de Palmas – TO?

### 1.3 HIPÓTESE / PREMISSA

Os possíveis resultados a serem alcançados se apresentarão após uma pesquisa de campo e literária referente ao sistema de impermeabilização de reservatórios elevados de Palmas, com o objetivo de encontrar as melhores soluções sobre o tema em estudo.

### 1.4 OBJETIVOS

#### 1.4.1 Objetivo Geral

Realizar um estudo acadêmico com o intuito de identificar as melhores soluções de impermeabilização para reservatórios elevados em alvenaria estrutural e concreto armado na cidade de Palmas – To, buscando os requisitos de durabilidade e aplicações dos sistemas.

#### 1.4.2 Objetivos Específicos

- Estudar as técnicas e aplicações dos processos construtivos de impermeabilização para os reservatórios elevados.
- Contextualizar a teoria com a prática através de pesquisas de campo sobre o tema.

### 1.5 JUSTIFICATIVA

Considerando as questões básicas que afetam o condicionamento de água nos reservatórios e a sua estrutura, percebemos a importância do sistema construtivo de impermeabilização e a elaboração de um projeto adequado.

A impermeabilização em reservatórios elevados é o ato de isolar e proteger a estrutura da passagem indesejável de líquidos e vapores. É uma técnica que consiste na aplicação de produtos específicos com o objetivo de proteger a estrutura contra a ação da água.

Uma das maiores preocupações quando se trata de impermeabilização é a produtividade, ato de preservação patrimonial, qualidade de vida, questões associadas à diminuição de custos, técnicas e processos a serem utilizados. Mas nem sempre essa preocupação tem o seu devido valor, pois muitas vezes não seguem o padrão de qualidade, resultando posteriormente no aumento do custo total da obra.

Como em qualquer atividade humana que envolve canalização de recursos financeiros, temos que analisar a chamada “relação custo/benefício”. Em impermeabilização de reservatórios elevados não é diferente. Se analisarmos o custo de uma boa impermeabilização, veremos que ele varia de 1% a 3% em média do custo total da obra. E, no entanto, a não funcionalidade da mesma poderá gerar custos de re-impermeabilização superior a 10% do custo desta obra, envolvendo desperdício de água nos reservatórios, argamassas, tintas, mão-de-obra, tubulações, (...). Sem considerar os custos de consequências patológicas mais importantes entre outros gastos, que ocasionam a desvalorização do patrimônio. (TÉCHNE, 2009).



Figura 1 - Reservatório elevado com infiltrações. (Fonte: [http://portal2.unisul.br/content/navitacontent/\\_userFiles/File/pagina\\_dos\\_cursos/Engenharia\\_Civil\\_Tubarao/TCC\\_final\\_Pavan\\_-\\_Dal\\_Pont.pdf](http://portal2.unisul.br/content/navitacontent/_userFiles/File/pagina_dos_cursos/Engenharia_Civil_Tubarao/TCC_final_Pavan_-_Dal_Pont.pdf)).

A falta ou o uso inadequado deste sistema nos reservatórios compromete a durabilidade da edificação, podendo acarretar em uma série de patologias, que poderia ter sido evitado se planejado anteriormente, causando assim prejuízos financeiros, danos à saúde, stress e transtornos. A água infiltrada nas superfícies e na estrutura afeta o concreto, sua armadura e as alvenarias.



Figura 2 - Corrosão das armaduras

(Fonte: [http://portal2.unisul.br/content/navitacontent\\_/userFiles/File/pagina\\_dos\\_cursos/Engenharia\\_Civil\\_Tubarao/TCC\\_final\\_Pavan\\_-\\_Dal\\_Pont.pdf](http://portal2.unisul.br/content/navitacontent_/userFiles/File/pagina_dos_cursos/Engenharia_Civil_Tubarao/TCC_final_Pavan_-_Dal_Pont.pdf)).

Tendo em vista este cenário, observamos a necessidade do estudo adequado do sistema de impermeabilização nos reservatórios elevados e a importância de um profissional habilitado na obra. De forma a empregar todos os recursos técnicos a disposição para executar executá-la da melhor forma possível, preocupando-se com a durabilidade, segurança, boa aparência do imóvel e conforto do usuário.

Segundo uma pesquisa realizada pela revista *Téchne* (2009), a falta de integração dos profissionais com o sistema de impermeabilização gera problemas construtivos relacionados aos altos índices de manifestações patológicas que vêm ocorrendo nas edificações. Busca-se, cada vez mais, a garantia e o controle da qualidade em todo o processo construtivo. Desta forma, a qualidade final do produto depende da qualidade do processo, ou seja, da execução.

Atualmente, o setor produtivo da Construção Civil em Palmas – TO encontra-se em constante dinamismo e contínuo crescimento. A cidade está se tornando um grande canteiro de obras, mas apesar disso tem se a necessidade de inovações tecnológicas no que se diz respeito a sistemas de impermeabilização para reservatórios elevados. Logo percebe-se a falta de conhecimento dos profissionais envolvidos na área sobre este sistema, sendo que, o mercado brasileiro nos oferece uma demanda de processos construtivos e aplicações. Outro problema é que grande parte do pessoal envolvido, seja proprietário de empreendimento, ou pessoal técnico, ignora o tema, que deveria ser abordado em projetos específicos de impermeabilização, durante a elaboração dos projetos complementares e do detalhamento do projeto arquitetônico executivo.

Contudo, a justificativa primordial para a realização da pesquisa é o fato de que o sistema construtivo de impermeabilização no reservatório elevado é de fundamental importância para a durabilidade de sua estrutura. No entanto, percebe-se a carência de informações em relação aos cuidados referentes à sua aplicação e a importância do seu uso pelos profissionais da área. Então, este projeto veio sanar esta deficiência de conhecimento.

## 1.6 MÉTODO DA PESQUISA

Através de revisões bibliográficas resultando em um apanhado geral sobre impermeabilização para reservatórios elevados, focalizou-se em estudar as técnicas e aplicações do sistema construtivo, com o principal objetivo de encontrar as melhores soluções viáveis e práticas para as condições atuais no mercado de Palmas. A fim de possibilitar o levantamento dessas informações foram feitas visitas em obras e com representantes comerciais dos respectivos produtos. Após as informações obtidas em campo, foi feita uma análise dos dados sobre o estudo em questão e posteriormente foram utilizadas para a elaboração da pesquisa.

## 1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está organizado em cinco capítulos. O capítulo 1 está composto pela introdução - tema da pesquisa, apresentação do problema, objetivo,

justificativa e método da pesquisa. No capítulo 2 desenvolveu-se a fundamentação teórica focalizando o objetivo do estudo. O capítulo 3 apresenta os resultados da pesquisa de campo. O capítulo 4 mostra conclusões sobre os resultados obtidos. E finalizando com capítulo 5, sobre as recomendações para trabalhos futuros.

## 2. DESENVOLVIMENTO

### 2.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Reservatórios elevados são unidades hidráulicas de acumulação e passagem de água, apoiados sobre estruturas elevadas. Têm finalidade de garantir a qualidade de água e melhorar as condições de pressão. Podem ser construídos de alvenaria estrutural, aço e concreto armado. A arquitetura mais empregada na construção destes reservatórios é retangular, oval ou quadrada. (ALMEIDA, 2006).

Os reservatórios de aço são largamente empregados na construção civil por apresentarem durabilidade, rapidez na execução, redução no processo de fundação uma vez que o sistema metálico é mais leve, não necessita de impermeabilização; pois o aço já é um material impermeável.

Alvenaria estrutural é um sistema construtivo racionalizado sendo composta por blocos, argamassa e graute, podendo ou não ser acompanhada de armaduras. A NBR 10837/1989, classifica a alvenaria estrutural como: não armada (construídas com blocos vazados de concreto e assentadas com argamassa, contendo armadura com finalidade construtiva ou de amarração), armada (suas cavidades são preenchidas com graute e armaduras envolvidas para absorver os esforços calculados, além das armaduras construtivas ou de amarração) ou parcialmente armada (aquelas que possuem algumas paredes com armaduras localizadas em algumas cavidades preenchidas com graute, sendo as paredes restantes considerada não armadas).

Os reservatórios elevados são responsáveis por armazenar grandes volumes de água e por conseqüência, grande peso também. Assim, normalmente, sua estrutura demanda grande área de fôrmas, aço e mão de obra, sendo item de valor acentuado nos custos da estrutura da obra. Considerando tal situação, a alvenaria estrutural armada é de grande potencial para este tipo de estrutura, já que pode diminuir drasticamente o consumo de fôrmas, aço e mão de obra, desde que seja projetada por profissional habilitado. Alvenaria estrutural é um sistema construtivo racionalizado sendo composta por blocos, argamassa e graute podendo ou não ser acompanhada de armaduras.

Concreto armado é um sistema composto por uma mistura homogênea de cimento, água, agregados graúdos (pedras britadas e seixos rolados) e miúdos (areia e pedregulhos), à qual, conforme a necessidade é acrescentado aditivos, que influenciam as características físicas e químicas do concreto fresco ou endurecido.

Elementos de concreto armado: aqueles cujo comportamento estrutural depende da aderência entre concreto e armadura, ou que a possui em quantidade inferior ao mínimo exigido para o concreto armado. (NBR, 6118/2003).

O concreto armado é um dos materiais mais difundidos na construção de obras de saneamento, em se tratando de instalações de produção de água. Isso se deve à facilidade de compor formas e dimensões, que são de grande importância para produzir detalhes arquitetônicos e estruturais. Nesse grupo se enquadram a construção de grandes reservatórios de água tratada, por apresentar como características baixo custo de mão-de-obra, durabilidade e facilidade na execução.



Figura 3 - Reservatório Elevado de Concreto (Fonte: Autora do Projeto)

Para se ter um bom condicionamento de água nos reservatórios elevados é necessário o uso da impermeabilização, logo, este sistema é responsável pela durabilidade e estanqueidade da estrutura.

A falta deste processo construtivo nos reservatórios elevados pode causar infiltrações de água, na qual acarreta uma série de conseqüências patológicas como

corrosão de armaduras, eflorescência, degradação do concreto e argamassa, (...), gerando altos custos de manutenção e recuperação da estrutura.

Embora apresentem diversos sistemas construtivos de reservatórios elevados, neste trabalho será especificado somente de alvenaria estrutural e concreto armado, visando à melhor solução de impermeabilização para ambos os sistemas.

### 2.1.1 IMPERMEABILIZAÇÃO

Desde muito tempo procuram-se soluções a fim de proteger a vida útil das construções, no constante trabalho de resistir às infiltrações, ou seja, de proteger-se contra as intempéries da natureza.

No Brasil as primeiras impermeabilizações utilizavam óleo de baleia na mistura das argamassas para o assentamento de tijolos e revestimentos das paredes das obras que necessitavam desta proteção. (VERÇOZA, 1985).

A NBR 9575 (2003) define impermeabilização como conjunta de produtos e serviços destinados a conferir estanqueidade a partes de uma construção. Estanqueidade é a propriedade de um elemento (ou de um conjunto de componentes) de impedir a penetração ou passagem de fluídos através de si. Assim, impermeabilização é um conjunto de operações e técnicas construtivas que objetivam a proteger as construções contra a ação deletéria de fluídos, vapores e umidade.

A função principal deste sistema construtivo em uma edificação é proteger a estrutura contra a ação da água, garantindo assim a salubridade dos ambientes, proteção da construção e qualidade de vida dos usuários.

Os defeitos mais comuns decorrentes da penetração de água nas edificações podem variar de bolhas e manchas nas paredes até problemas de ordem estrutural, comprometendo a segurança, a estabilidade das construções e a saúde das pessoas. (VERÇOZA, 1985).

A falta deste sistema construtivo compromete a durabilidade da edificação, causando prejuízos financeiros para o proprietário do imóvel e danos à saúde. A água infiltrada nas superfícies e nas estruturas das edificações deixa os

ambientes insalubres devido à umidade, fungos e mofo, diminuindo a vida útil da edificação, sem falar no desgaste físico e emocional do usuário que sofre com a má qualidade de vida causada pelos problemas existentes no imóvel.

As edificações quando sujeitas à ação da água em locais onde não existe impermeabilização ou quando os serviços de impermeabilização não foram adequados, apresentam uma grande probabilidade de manifestar problemas que podem comprometer a durabilidade das edificações, diminuindo assim sua vida útil, podendo até em longo prazo provocar o seu colapso, (VERÇOZA, 1985).

Segundo Picchi apud Pont & Pavan (2007), o termo “durabilidade” está relacionado, e é por vezes até confundido, com o termo “vida útil”, tendo diversas definições. O referido autor adota as definições do Instituto de Pesquisa Tecnológica (IPT), a saber:

- Durabilidade: capacidade de um produto manter suas propriedades ao longo do tempo em condições normais de uso.

- Vida útil: é o período durante o qual as propriedades de um produto permanecem acima de limites mínimos admissíveis, quando submetido os serviços normais de manutenção.

A impermeabilização é de fundamental importância no aumento da durabilidade das construções, principalmente no que se refere à passagem indesejável de águas, fluídos e vapores, podendo contê-los ou escoá-los para fora do local que necessita ser protegido. (ARANTES, 2007).

## 2.1.2 EFEITOS DA INFILTRAÇÃO

Há vários tipos de infiltrações que afetam a estrutura física da obra especialmente nos materiais utilizados em sua construção como, por exemplo, no reboco, na pintura, no concreto, no aço, entre outros. Este tipo de “patologia”, além de interferir na durabilidade, da obra é prejudicial à saúde do homem, uma vez que o ambiente úmido abriga microorganismos (fungos) que são responsáveis pelo desencadeamento de doenças. Ademais, podem gerar desgaste físico e emocional nos proprietários, visto que a recuperação da obra implica gastos financeiros e problemas na comodidade dos moradores. (PONT & PAVAN, 2007).

Segundo Verçoza (1985), a infiltração pode ser caracterizada como a passagem da água do meio exterior para o interior ou em sentido contrário no seu

estado líquido e gasoso que penetra a superfície da edificação por capilaridades através de fissuras ou trincas existentes no concreto, revestimento etc.

Ainda segundo o autor, para resolvermos o tipo de impermeabilização em uma edificação é preciso conhecer os efeitos das infiltrações.

#### 2.1.2.1 Goteiras e manchas

Quando a água atravessa uma barreira, ela pode, no outro lado, ficar aderente e ocasionar uma mancha; ou, se a quantidade é maior, gotejar, ou até fluir. Em qualquer dos casos, numa construção, estes são defeitos que só raramente podem ser admitidos. A umidade permanente deteriora qualquer material de construção, e sempre desvaloriza uma obra. Goteiras e manchas são defeitos mais comuns das infiltrações e que se procura sustar com a impermeabilização.

#### 2.1.2.2 Mofo e apodrecimento

O mofo e o bolor são fungos vegetais cujas raízes, penetrando na superfície da estrutura, destilam enzimas ácidas que a corroem. Até mesmo nas alvenarias eles causam danos, porque eles também ali aderem, escurecendo as superfícies e, com o tempo, desagregando-as.



Figura 4 - Mofo e apodrecimento. (Fonte: [http://portal2.unisul.br/content/navitacontent\\_/userFiles/File/pagina\\_dos\\_cursos/Engenharia\\_Civil\\_Tubarao/TCC\\_final\\_Pavan\\_-\\_Dal\\_Pont.pdf](http://portal2.unisul.br/content/navitacontent_/userFiles/File/pagina_dos_cursos/Engenharia_Civil_Tubarao/TCC_final_Pavan_-_Dal_Pont.pdf)).

Sendo vegetais, esses fungos precisam de ar e água. Não proliferam em ambientes absolutamente secos. Logo, o mofo e o apodrecimento também são decorrentes da umidade.

A eliminação do mofo não é fácil. Para evitar que apareça é preciso eliminar a umidade, o que se consegue com impermeabilizações e com ventilação, que secam as superfícies e removem os esporos (sementes).

### 2.1.2.3 Ferrugem

Oxidação é a transformação lenta de um metal em seus óxidos. No caso do ferro e aço a oxidação toma o nome de ferrugem.

A ferrugem é um sal de pouca aderência (cai facilmente sob fricção), de mau aspecto e de volume maior que o do ferro que lhe deu origem. O processo de formação da ferrugem é complexo e não cabe aqui descrevê-lo, mas o essencial é saber que a umidade é que dá condições favoráveis ao aparecimento da ferrugem. Por isso deve-se sempre procurar obter concreto impermeável: se a umidade penetrar até a armadura, facilmente aparece a ferrugem que, ao aumentar de volume, arrebenta o cobrimento do concreto armado.



Figura 5 - Ferrugem das armaduras (Fonte: [http://portal2.unisul.br/content/navitacontent/\\_userFiles/File/pagina\\_dos\\_cursos/Engenharia\\_Civil\\_Tubarao/TCC\\_final\\_Pavan\\_-\\_Dal\\_Pont.pdf](http://portal2.unisul.br/content/navitacontent/_userFiles/File/pagina_dos_cursos/Engenharia_Civil_Tubarao/TCC_final_Pavan_-_Dal_Pont.pdf)).

Muito mais grave ainda é quando o concreto contém substâncias que se tornam oxidantes ao contato com a água. O cloreto de cálcio, por exemplo, muito usado como aditivo acelerador de pega do concreto, ao contato com a água pode originar ácido clorídrico, que corrói as armaduras rapidamente.

#### 2.1.2.4 Eflorescência

O termo eflorescência tem como significado a formação de depósito salino na superfície de alvenarias, isto sendo resultado da exposição de intempéries, formando manchas brancas, descolamento ou descoloramento da pintura, etc. (VERÇOZA 1985).

Este fenômeno pode ocorrer em qualquer elemento da edificação. Ela pode trazer modificações apenas estéticas ou ser agressiva. No primeiro comportamento, ela altera a aparência do elemento onde está depositada e, no segundo, devido aos sais constituintes, pode até causar degradação profunda.

A eflorescência é constituída por sais de metais alcalinos (sódio e potássio) e alcalino-terrosos (cálcio e magnésio), solúveis ou parcialmente solúveis em água. Estes sais podem estar nos tijolos, no cimento, na areia, no concreto, na argamssa, etc. Dissolvendo-se na água eles são trazidos por ela para a superfície e, por evaporação, a água sai, deixando, na base do elemento, um depósito salino.



Figura 6 - Eflorescência em Reservatório de Concreto (Fonte: Impercia Impermeabilizações).

Exemplos de sais causadores de eflorescências: nitratos alcalinos( dão cristais brancos, volumosos), carbonato de cálcio( pó branco), sais de ferro( cor ferruginosa), sulfoaluminato de cálcio( crosta esbranquiçada). Nos reservatórios é comum que elas apareçam no fundo, na forma de estalactites; nas paredes, na forma de pó branco. (VERÇOZA 1985).

#### 2.1.2.5 Criptorescência

Também são formações salinas, de mesma causa e mecanismo que as eflorescências, mas que formam grandes cristais que se fixam no interior da própria parede ou estrutura. Ao crescerem, eles podem pressionar a massa, formando rachaduras e até a queda da parede. O maior causador de eflorescência é o sulfato.

Os sulfatos, ao receberem água, aumentam muito de volume. Mesmo que a pressão seja pequena, as criptoflorescências fazem desagregar os materiais, principalmente na camada superficial.

#### 2.1.2.6 Gelividade

É o fenômeno causado pelo congelamento da umidade existente nos poros dos materiais, na presença de temperaturas entre 0º a 6º C, aumentando de volume e desagregando continuamente a face do material.

#### 2.1.2.7 Deterioração

Todos os defeitos citados antes são causados pela água, ou por ela conduzidos, ou afetados. Esses defeitos vão aos poucos deteriorando os materiais e a obra construída. Logo, a impermeabilidade é também uma exigência de duração, e não somente de aparência ou acabamento.

### 2.1.3 SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

A NBR (9575/2003), define sistema de impermeabilização como “conjunto de materiais que uma vez aplicados, conferem impermeabilidade às construções”.

No Brasil a obtenção da estanqueidade nas edificações geralmente está relacionada ao emprego de um sistema de impermeabilização, que consiste

na aplicação de um ou mais produtos sobre o sistema de paredes ou piso, a fim de se criar uma barreira para impedir que a água atinja o substrato. Há muitos produtos disponíveis no mercado compondo os sistemas de impermeabilização. No entanto, faltam esclarecimentos técnicos para que os usuários os utilizem adequadamente, e isso tem facilitado o aparecimento de equívocos. [...] Sua escolha deverá ser determinada em função da dimensão da obra, forma da estrutura, interferências existentes na área, custo, vida útil etc. Considera-se vida útil de uma impermeabilização como sendo o período decorrido desde o término dos serviços de impermeabilização até o momento em que os componentes do sistema atinjam o ponto de fadiga que comprometam o seu desempenho desejável, necessitando, após, de manutenção ou reparação. (YAZIGI, 2007).

Conforme a NBR (9575/2003), a impermeabilização pode ser dividida em dois sistemas, sendo eles:

- Rígidos
- Flexíveis

#### 2.1.3.1 Sistemas Rígidos

São indicados para a proteção de estruturas elásticas que não estão sujeitas à fissuração, movimentação, exposição solar, variações térmicas e vibrações.(NBR 9575/2003).

Sendo constituídos por argamassas e concretos impermeáveis, cimentos poliméricos e cristalizantes.

✓ Argamassa Impermeável: é constituída de areia, cimento, aditivo impermeabilizante e água, formando uma argamassa que, endurecida, apresenta propriedades impermeabilizantes.

Campo de aplicação: é utilizada em pisos, baldrame, caixa d'água, coberturas planas, etc.

✓ Concretos Impermeáveis: é o sistema de impermeabilização constituída por agregados, cimento e água com adição de aditivos.

Campo de aplicação: é utilizada com maior frequência em obras enterradas, tais como, subsolos, muros de arrimo, túneis, estações de metrô, etc.

✓ Cimentos Impermeabilizantes: é uma mistura de cimentos especiais e aditivos minerais, que proporcionam características de impermeabilidade.

Podem ser de dois tipos: osmóticos e não osmóticos. Os primeiros, também chamados de cristalização, possuem características de pequena penetração nos capilares do concreto, colmatando-os. O segundo tipo, também chamado de revestimento polimérico, é utilizado com resina (do tipo acrílico), possui melhor aderência ao substrato e maior flexibilidade. (ARANTES, 2007).

São utilizados para impermeabilização de reservatórios, piscinas, tanques, estações de tratamento de água, solos e cortinas, submetidos a pressões hidrostáticas positivas ou negativas (lençol freático), podendo também ser utilizado em impermeabilização de banheiros, cozinhas, lavanderia e outros locais sujeitos à umidade.

✓ Cristalizantes: é um silicato que quando misturado com água e alcalinidade do cimento, acaba se transformando em hidrosilicato. Ou seja, uma parte do pó se transforma na presença de água, transformando-se num outro produto, que tem como principais características um cristal insolúvel em água, que entope os poros da argamassa.

A condição básica, para o bom funcionamento do sistema de impermeabilização rígida, é que a superfície sobre a qual esta for aplicada não apresente trincas ou fissuras. Isso, quando acontece, significa que a estrutura está trabalhando e se fizermos o serviço de impermeabilização, nada irá resolver, pois a fissura ou trinca irá se propagar para a camada da argamassa impermeabilizante. A superfície a impermeabilizar deverá estar totalmente limpa e áspera, para melhor aderência da argamassa. A aplicação consiste em se dar duas ou três demãos de argamassa, intercaladas com uma camada de chapisco entre elas. (BORGES; MONTEFUSCO; LEITE, 1996).

#### 2.1.3.2 Sistemas Flexíveis

São utilizados em estruturas sujeitas à movimentação, forte exposição solar, variações térmicas e vibrações. Tendo na sua composição materiais que modificam as características elásticas do produto, pois recebem adições de polímeros, elastômeros entre outros.

Este sistema é constituído por membranas e mantas.

✓ Membranas: conjunto de impermeabilizante moldado no local com ou sem armadura. Sendo elas:

- Emulsão Asfáltica ou Asfaltos Emulsionados;
- Emulsão Polimérica;

- Soluções asfálticas ou Asfaltos Diluídos;
- Asfalto Modificado;

**- Emulsão Asfáltica ou Asfaltos Emulsionados:**

Asfaltos são materiais constituídos por betume sólido, aos quais estão misturados em pequena quantidade de argila, siltes, areia fina, óleos, solventes, impurezas orgânicas, etc. Sendo encontrado naturalmente em minas no solo (asfalto natural) ou é obtido na industrialização do petróleo (asfalto de petróleo). Tem cor preta ou parda bem escura e cheiro característico igual ao do óleo combustível, sendo insolúvel na água. É um material termoplástico, ou seja, amolece quando aquece e então pode ser remoldado e isso pode ser repetido inúmeras vezes. (VERÇOZA, 1985).

Segundo este mesmo autor, para o asfalto ser aplicado necessita ser aquecido, quanto mais é elevada a temperatura, mais fácil é a sua aplicação sobre as superfícies e mais afinada se torna. Se a temperatura de aquecimento é baixa, ele fica grosso e não penetra nos poros do concreto ou argamassa; então não se adere e também não se fixa a materiais porosos. Logo para o uso de revestimentos (impermeabilização) precisa ser levado a altas temperaturas.

A emulsão asfáltica é produzida através da emulsificação em água do asfalto CAP (cimento asfáltico de petróleo). Normalmente são adicionadas cargas, com o objetivo de melhorar sua resistência ao escorrimento, em temperaturas mais elevadas. Possui um teor de sólidos entre 50% a 65%. Apresenta baixa flexibilidade, principalmente depois de envelhecida, não tendo resistência à fadiga e elasticidade. Alguns fabricantes incorporam látex polimérico para um incremento de flexibilidade; isto pode, dependendo da formulação, provocar um aumento de absorção d'água do produto. (VERÇOZA, 1985).

A emulsão apresenta algumas vantagens em relação ao asfalto: é líquida à temperatura ambiental ordinária, e enquanto líquida pode ser dissolvida em mais água; pode, portanto, ser aplicada sobre superfícies úmida, lhe dando assim mais aderência e plasticidade. Tem aplicação fácil, como uma tinta.

**- Emulsão Polimérica:**

É produzida a partir da emulsificação de polímeros sintéticos. A emulsão mais utilizada é a acrílica. O impermeabilizante acrílico possui a característica de

boa resistência ao ataque de raios ultravioleta do sol, permitindo a sua aplicação em sistemas expostos às intempéries.

A grande maioria dos impermeabilizantes acrílicos é formulada, a partir de resinas acrílicas estirenadas. O estireno na formulação, artifício para menor custo, provoca diminuição da durabilidade do produto, tendendo a amarelar, aderir sujeira, etc. O mais adequado é a utilização de resina acrílica pura, pois possui excelente resistência aos raios ultravioleta, não retém sujeira, não amarela e não perde a flexibilidade. Os impermeabilizantes acrílicos de mercado possuem propriedades bastante diferenciadas, sendo que grande parte apresenta alta absorção d'água e baixo teor de sólidos. Emulsões acrílicas são utilizadas com a incorporação de telas de poliéster ou nylon em impermeabilizações expostas às intempéries como lajes sheds, abóbadas, etc. Também é utilizado como pintura refletiva de impermeabilizações asfálticas e isolantes térmicos. (ARANTES, 2007).

#### **- Soluções asfálticas ou Asfaltos Diluídos:**

Soluções asfálticas é o nome dado ao asfalto dissolvido em solventes orgânicos, sendo gasolina e querosene. É produzida, principalmente, a partir da solubilização do asfalto oxidado em solvente apropriado. Após a evaporação do solvente, adquire as propriedades do asfalto antes da solubilização.

As soluções podem ser aplicadas sem a necessidade de aquecimento, por ser mais fina que o asfalto ela penetra nos poros das alvenarias, podendo também ser aplicadas em superfícies úmidas. Apresenta cor preta, com cheiro de asfalto, de densidade quase igual a da água.

As soluções asfálticas apresentam menor duração comparando com o asfalto. Pois os seus solventes quebram as cadeias químicas do asfalto, deixando-o menos consistente e o resultado é que o depósito final é um material inferior. Tendo menos plasticidade, menos aglutinação e são relegadas mais ao uso como "primer", dando excelente impermeabilização para madeiras e metais. Normalmente são fornecidas misturadas com substâncias que lhes dão mais consistência. (VERÇOZA, 1985).

#### **- Asfalto Modificado:**

É aquele modificado com polímeros, com a finalidade de incorporar melhores características físico-químicas ao asfalto.

As principais características do asfalto modificado são: melhor resistência às tensões mecânicas, maior coesão entre partículas, excelente elasticidade/plasticidade, maior plasticidade em baixas temperaturas, sensíveis melhoras da resistência à fadiga e ao envelhecimento. (PONT; PAVAN, 2007).

Ainda segundo o autor, o asfalto modificado pode ter características plásticas, quando incorporados polímeros dos tipos APP (polipropileno atático), copolímeros de etileno, ou elásticos, com a incorporação de polímeros de SBS (Estireno-Butadieno-Estireno), poliuretano, etc.

É considerado o sistema de maior evolução da última década, sendo hoje o mais utilizado em todo o mundo, já que incorpora excelentes propriedades ao asfalto convencional. Suas propriedades podem ser maiores ou menores, dependendo da quantidade e tipo de polímero adotado, bem como da sua perfeita compatibilização com o asfalto. (PONT; PAVAN, 2007).

O asfalto modificado pode ser a quente, base solvente ou emulsão. É utilizado nos sistemas de membranas asfálticas, com incorporação de armaduras de poliéster ou nylon, bem como mantas asfálticas modificadas, que hoje tendem a ser a maior novidade no mercado brasileiro.

São utilizados em impermeabilização de lajes, inclusive com grandes solicitações, jardineiras, piscinas, tanques, etc.

✓ Mantas: produto impermeável, industrializado, obtido por calandragem, extensão ou outros processos, com características definidas. (NBR 9575/2003)

- Mantas Asfálticas;
- Mantas Termoplásticas (PVC);
- Mantas Poliméricas Sintéticas;

**- Mantas Asfálticas:**

São feitas à base de asfaltos modificados com polímeros e armados com estruturas especiais. O asfalto modificado presente na sua composição é responsável pela impermeabilização. (PONT; PAVAN, 2007).

Este sistema apresenta como características alta resistência à tração, durabilidade, homogeneidade, redução dos riscos de falhas e facilidade na execução.

A manta é fornecida em rolos, com variada espessura e executada com asfalto a quente, maçarico, ou a frio com colas asfálticas especiais.



Figura 7 – Mantas Asfálticas (Fonte: Autora do Projeto)

Campo de aplicação: sistema utilizado na impermeabilização de coberturas, banheiros, lajes, piscinas, canais de irrigação, reservatórios elevados, etc.

#### **- Mantas Termoplásticas (PVC):**

São fabricadas a partir de um composto virgem de PVC, aditivos especiais e plastificantes, que conferem propriedades de flexibilidade, resistência aos raios ultravioleta e resistência química. O PVC, cloreto de polivinila, é um plástico bastante conhecido e versátil, sendo termoplástico, fundindo-se pelo calor, de modo que as mantas podem se soldar entre si por simples aquecimento e pressão. (FONSECA; PALMA, 2000).

De acordo com o autor supracitado anteriormente, as mantas de PVC apresentam como principais características: grande produtividade na aplicação, leveza, vida útil superior a 30 anos, material 100% reciclável.

São geralmente fornecidas em rolos, que são facilmente instaladas nas estruturas, utilizando-se a soldagem térmica (são feitas com equipamentos especiais de ar quente) entre as faixas de membranas sobrepostas.

Campo de aplicação: são utilizados na impermeabilização de coberturas, terraços transitáveis, reservatórios elevados, galerias sanitárias, etc.

### **- Mantas Poliméricas Sintéticas:**

É um produto pré-fabricado à base de polímeros. Apresenta características de impermeabilidade e durabilidade. Exige mão-de-obra especializada, pois é de difícil execução.

Trata-se de um sistema não armado, onde a manta é aplicada sobre um berço de amortecimento, que pode ser um berço a quente, composto de cimento asfáltico com aditivos elastoméricos, ou um berço a frio, constituído de emulsão Asfáltica. É utilizada para impermeabilização de lajes, reservatórios, banheiros, etc.

A manta sintética butílica exige proteção mecânica, sendo fundamental que exista uma camada de amortecimento entre a manta e a proteção mecânica, podendo ser uma camada de papel Kraft ou feltro asfáltico.

#### **2.1.4 REQUISITOS PARA REALIZAÇÃO DA IMPERMEABILIZAÇÃO**

Um dos principais elementos para o sucesso da impermeabilização é a qualidade da construção e a preparação da estrutura para receber a impermeabilização. Pois, para ter qualidade, ela depende de uma série de detalhes que garantam a estanqueidade dos pontos críticos. A maior parte dos problemas de impermeabilização se dá nas bordas, encontros com ralos, juntas, mudanças de planos, passagem de dutos, etc. (PICCHI, apud Pont; Pavan, 2007).

O sistema impermeável deve possuir características adequadas, de forma a suportar as solicitações impostas. No entanto, muitas vezes verificamos erros construtivos que danificam ou prejudicam seu bom desempenho, tais como:

- Inadequado recobrimento das armaduras
- Ralos, tubulações, etc. indevidamente chumbados
- Juntas de concretagem mal executadas
- Concreto segregado com ninhos, etc.
- Regularização de reservatórios, executada com traço inadequado, sem cura, sob substrato sujo, destacado, com fissuras, etc.
- Execução de enchimentos com entulho, antes da execução da impermeabilização.

Segundo a NBR 9575/2003, são necessários alguns cuidados específicos quanto à execução dos sistemas de impermeabilização.

- As cavidades ou ninhos existentes na superfície devem ser preenchidos com argamassa de cimento e areia traço volumétricos (1:3), com ou sem aditivos.
- A superfície deve estar limpa, seca e regularizada, sem partes soltas, sem falhas de concretagem, quinas vivas, juntas de alvenaria, argamassas, óleos ou deformantes.
- As trincas e fissuras devem ser tratadas de forma compatível com o sistema de impermeabilização a ser empregado.
- Devem ser cuidadosamente executados os detalhes como, juntas, ralos, rodapés, passagem de tubulações, emendas, ancoragem, etc.
- Deve ser vedado o trânsito de pessoal, material e equipamento, estranhos ao processo de impermeabilização, durante a sua execução.
- Devem ser observadas as normas de segurança quanto ao fogo no caso das impermeabilizações que utilizam materiais asfálticos a quente da mesma forma quando utilizados processos moldados no local, com solventes, cuidados especiais deverão ser tomados em ambientes fechados, no tocante ao fogo, explosão e intoxicação, a que o pessoal estiver sujeito, devendo ser prevista uma ventilação forçada.
- Após a execução da impermeabilização, recomenda-se ser efetuada uma prova de carga com lâmina d'água, com duração mínima de 72 h para verificação da aplicação do sistema empregado.



Figura 8 - Preparação da superfície para receber a impermeabilização  
(Fonte: <http://www.primer.com.br/manualdoimpermeabilizador.htm>)



Figura 9 – Superfície Regularizada (Fonte: <http://www.primer.com.br/manualdoimpermeabilizador.htm>)

A impermeabilização deverá ser realizada por empresas especializadas, pois se trata de serviços que requer além de muita técnica, bastante experiência na solução dos problemas. A existência de projetos elaborados e inseridos em um

contexto de medidas que objetivem a formação da mão de obra e o controle da produção é capaz de tornar o processo mais rápido e eficiente, com a diminuição de desperdícios, retrabalhos e adaptações em canteiro, juntamente com um significativo aumento da produtividade e da qualidade do trabalho final. (BORGES; MONTEFUSCO; LEITE, 1996).

#### 2.1.5 IMPORTÂNCIA DO PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO

A impermeabilização precisa ser criteriosamente planejada, caso contrário, corre-se o risco de prejudicar o andamento da obra, ter gastos extras e comprometer o desempenho do produto final. Além disso, é fundamental que seja compatibilizada com os demais componentes da edificação para não sofrer ou ocasionar interferências. (TÉCHNE, 2009).

Porém a realidade é bem diferente. Na maioria dos casos, inexistente o projeto de impermeabilização, e a empresa que presta o serviço é chamada quando o edifício já está quase concluído; em geral não fazem detalhamentos previstos como, por exemplo, caimentos, proteções, rebaixamento e outros detalhes, fundamentais para o bom funcionamento da impermeabilização.

Segundo DANTE (2006), o projeto de impermeabilização tem como função elaborar, analisar, detalhar, discriminar e adotar todas as metodologias adequadas visando o bom comportamento da impermeabilização, compatibilizando os possíveis sistemas impermeabilizantes a serem adotados com a concepção da edificação.

Dessa forma, o estudo do projeto de impermeabilização se justifica pelo fato de que esta constitui um componente de grande importância para a vida útil da estrutura, já que está diretamente relacionada ao atendimento das exigências dos usuários relativas à estanqueidade, higiene e durabilidade da impermeabilização.

#### 2.2 IMPERMEABILIZAÇÕES PARA RESERVATÓRIOS ELEVADOS

Reservatórios elevados devem, necessariamente, ser impermeabilizados com sistemas flexíveis. Esta necessidade provém das movimentações que tais estruturas sofrem em função de cargas ou oscilações térmicas.

As estruturas elevadas requerem um revestimento impermeabilizante flexível, pois além das deformações em função da variação de temperatura e umidade e do efeito do vento, ocorrem efeitos vibratórios significativos ocasionados pela circulação e possível variação brusca do nível da água nos reservatórios. (VERÇOZA, 1985).

Conforme o mesmo autor citado anteriormente, além de flexível, o sistema de impermeabilização empregada precisa ser resistente às cargas estáticas e dinâmicas, apresentando determinada espessura mínima, além de acabamento e textura adequados.

### **3. PROCEDIMENTOS PRÁTICOS DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS DE IMPERMEABILIZAÇÃO PARA RESERVATÓRIOS ELEVADOS**

Por melhor que seja o material ou o sistema de impermeabilização, de nada adianta se o mesmo é aplicado por pessoa não habilitada na execução da impermeabilização.

De acordo com a revista *TÉCHNE* (2009), tem-se a necessidade da melhoria da mão de obra qualificada, pois tanto em obras pequenas como em grandiosas construções requer profissionais que atendam as diretrizes para se obter qualidade na impermeabilização. A falta de integração dos profissionais com sistema gera problemas construtivos relacionados aos altos índices de manifestações patológicas que vêm ocorrendo nas edificações, busca-se, cada vez mais, a garantia e o controle da qualidade em todo o processo construtivo.

Desta forma, a qualidade final do produto depende da qualidade da execução, da interação entre as fases do processo produtivo e da intensa retroalimentação de informações, fatores que proporcionam a melhoria contínua.

O rigoroso controle da execução da impermeabilização é fundamental para seu desempenho, devendo esta fiscalização ser feita não somente pela empresa aplicadora, mas também pelo responsável da obra.

Segundo VERÇOZA (1985), deve-se sempre obedecer ao detalhamento do projeto de impermeabilização e estudar os possíveis problemas durante o transcorrer da obra, verificando se a preparação da estrutura para receber a impermeabilização está sendo bem executada, se os materiais estão dentro das especificações no que tange a qualidade, características técnicas, espessuras, consumo, tempo de secagem, sobreposição, arremates, testes de estanqueidade, método de aplicação, etc.

É de suma importância que o profissional responsável pela execução do sistema de impermeabilização utilize equipamentos de proteção individual (EPIs); óculos, luvas, capacete, máscara e avental, logo eles são obrigatórios para a realização deste serviço, podendo assim evitar acidentes.



Figura 10 - . EPIs necessários para a execução da impermeabilização (Fonte: revista Técnica)

No entanto nota-se a negligência dos profissionais quanto ao uso de EPIs (equipamentos de proteção individual) na execução de serviços de impermeabilização.

Conforme a proposição do trabalho, vamos detalhar a seguir os procedimentos práticos para aplicação dos sistemas de impermeabilização citados, conforme pesquisa na cidade de Palmas.

### 3.1 SISTEMAS FLEXÍVEIS

A manta asfáltica, devido ao controle rigoroso em seu processo de produção; à facilidade de manuseio; à rapidez de sua aplicação e ao benefício imediato após sua aplicação, é um dos produtos mais utilizados para impermeabilização em reservatórios elevados na capital do TO.

No entanto, este sistema exige alguns cuidados, embora a aplicação seja fácil, por ser a parte principal do processo (mantas) um produto pré-fabricado e uniforme.

O problema mais grave, quando se fala em mantas, não é o produto, mas tudo o que envolve a aplicação. Arremates e detalhes são os pontos críticos das

mantas asfálticas, onde podem surgir os maiores problemas. Assim, ralos, tubos emergentes, detalhes e rodapés, por exemplo, devem ser analisados com cuidado, sendo assim controlada e fiscalizada corretamente. (PONT & PAVAN, 2007).

O sucesso de uma impermeabilização depende também de uma série de detalhes, que garantem a estanqueidade dos pontos críticos.

Verçoza (1985), ressalta que a impermeabilização de reservatórios deve ser sempre executada sobre um substrato adequado, de forma a não sofrer interferências que comprometam seu desempenho, tais como: regularização mal executada, fissuração do substrato, falhas de concretagem, cobrimento de armadura insuficiente, sujeira, resíduos de desmoldantes, ralos e tubulações mal chumbadas, detalhes construtivos que dificultam a impermeabilização, etc.

A seguir está descrito o processo de impermeabilização para reservatórios elevados, com o emprego do sistema flexível em manta asfáltica.

O serviço tem início com a regularização da superfície a ser impermeabilizada. Para isso é utilizada argamassa do traço 1:4 (cimento e areia) em volume ou se preferir argamassa industrializada. A camada deve estar perfeitamente aderida ao substrato, portanto, é necessário limpar a superfície e molhar antes de aplicar o concreto. Essa argamassa deverá ter acabamento desempenado, com espessura mínima de 2 cm.

A superfície deverá estar isenta de pó, areia, resíduos de óleo, graxa, desmoldante, ou qualquer tipo de material pulverulento para poder receber o sistema impermeabilizante. A figura abaixo retrata esta etapa, onde a atenção é realmente crucial, pois falhas nesta parte, certamente vão determinar a ocorrência de manifestações patológicas importantes na condição de uso do reservatório elevado.



Figura 11 - Superfície regularizada para receber o processo de impermeabilização. (Fonte: [www.ibisp.org.br/?pagid=vrevista\\_techne&id](http://www.ibisp.org.br/?pagid=vrevista_techne&id))

Após a regularização da superfície nos reservatórios elevados, é feita a aplicação do primer (pintura à base asfáltica, para dar maior aderência da manta com o substrato) com rolo de lã ou trincha. Após uma secagem de no mínimo 6 horas, poderá iniciar-se a aplicação da manta.

A figura a seguir ilustra a aplicação do primer nos cantos e nas bordas.



Figura 12 - Reservatório com a aplicação do primer (Fonte: Autora do Projeto)

Posteriormente à secagem do primer inicia-se a aplicação da manta asfáltica em função da área, procurando iniciar a colagem no sentido dos ralos para as cotas mais elevadas.

Com o auxílio da chama de gás (maçarico), procede à execução da manta até ficar em estado de aderência adequado (quando asfalto presente na sua composição começa a brilhar). Conforme a figura a seguir.

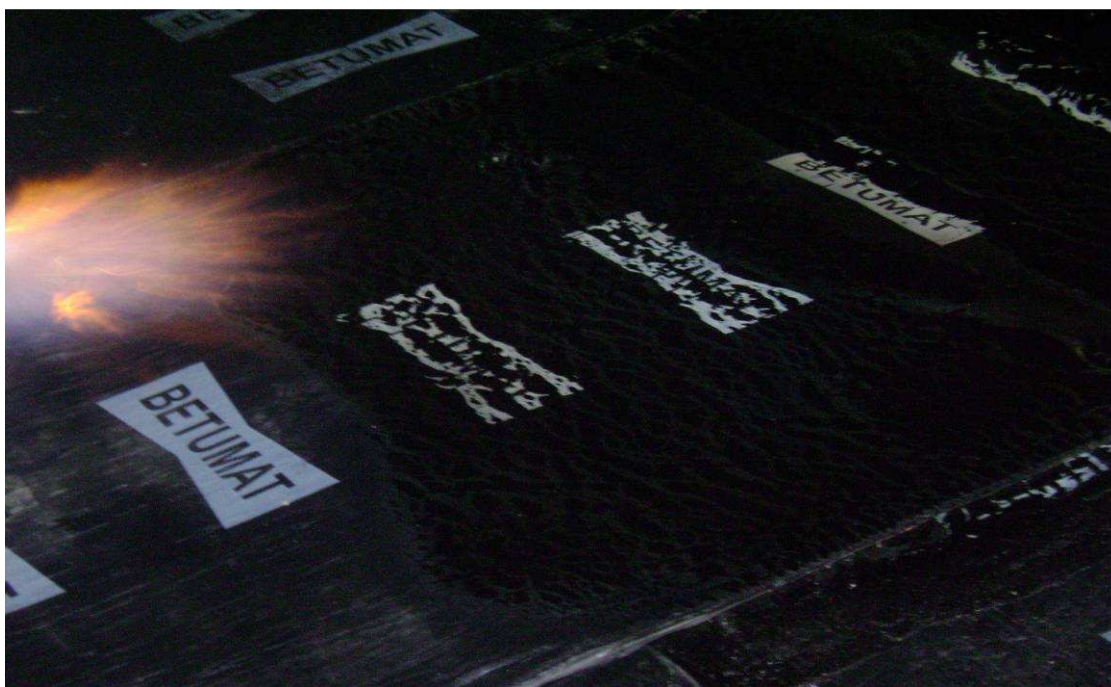


Figura 13 - Manta asfáltica (Fonte: Autora do Projeto)

No entanto, é preciso conscientizar o aplicador de que o maçarico (usado na fusão da manta) não pode aproximar e ficar exposto à manta em um mesmo local por muito tempo para não ocasionar ruptura do véu estrutural, danificando-a.

Um dos grandes problemas com a utilização da manta nos reservatórios elevados é na hora de sua execução, devido o local ser pequeno e sem ventilação, pois sua aplicação é feita utilizando fogo para a sua colagem, o que torna o ambiente abafado.

Este sistema de impermeabilização deverá ser executado por profissionais habilitados, pois a sua aplicação exige cuidados específicos, para se ter uma boa qualidade no produto final. Logo se for aplicada por pessoas inexperientes além de não alcançar o objetivo desejado poderá gerar acidentes com a utilização do maçarico.

A manta asfáltica é aplicada nas laterais dos reservatórios em forma de panos de mais ou menos um metro de distância vertical.

Com o maçarico, aqueça simultaneamente o primer e o verso da manta para que se tenha uma aplicação eficiente, vá desenrolando a manta e pressionando-a firmemente contra a base do reservatório de forma que ela possa aderir ao substrato.



Figura 14 – Aplicação da manta asfáltica (Fonte: Autora do Projeto)

A manta aplicada deve ficar paralela com os demais panos de aplicação. Nas laterais, cantos e bordas a manta deverá ter uma sobreposição de 10 cm conforme a figura 15, de modo a ficar com a superfície uniforme, evitando que a água possa penetrar e percorrer sobre a sua estrutura gerando futuros problemas patológicos decorrentes das infiltrações



Figura 15 – Sobreposição das mantas asfálticas (Fonte: Autora do Projeto)

Após o emprego da manta na superfície é necessário fazer o tratamento das bordas. Utiliza-se colher de pedreiro sob aquecimento para garantir perfeita vedação, pressionando o encontro das duas mantas até fundi-las.



Figura 16 – Tratamento das bordas (Fonte: Autora do Projeto)

As mantas das paredes deverão ser aderidas por cima da manta asfáltica aderida no piso, ou seja, sobrepostas no mínimo em 10 cm na horizontal de modo que as bordas fiquem uniformes, de acordo com a figura 17.



Figura 17 – Sobreposição de 10cm das mantas asfálticas das paredes com piso (Fonte: Autora do Projeto)

Nos orifício a manta asfáltica deverá ser levada até o seu interior, caso contrário poderá ocorrer problemas de infiltração entre a impermeabilização e a sua face exterior.

A execução da impermeabilização do orifício deve ser realizada a priori. Rebaixa-se a superfície da região do ralo para manter a regularidade da base (área de 40x40 cm) e aplica-se uma parcela de manta trespassando o furo cerca de 5 cm. Posteriormente, no ato de inserção da manta em toda a superfície do local, então haverá no entorno do ralo, uma camada de duas mantas, fator que deverá garantir que não venha a ocorrer nenhum vazamento nesta região. Deve-se observar que o entorno de tubulações e ralos, constituem-se nos maiores causadores de vazamentos nas impermeabilizações.



Figura 18 – Orifício impermeabilizado (Fonte: Autora do Projeto)

A figura a seguir mostra o reservatório impermeabilizado com o uso da manta asfáltica, onde pode-se observar uma regularização perfeita das faces e da base e o arredondamento das arestas o que certamente irá proporcionar um ótimo desempenho ao reservatório e minimizar a preocupação com problemas de infiltração da edificação.



Figura 19 – Reservatório impermeabilizado (Fonte: Autora do Projeto)

Finalizada a execução da impermeabilização, o orifício é fechado para o teste de estanqueidade (encher o reservatório de água) do sistema. A NBR 9574/1986, recomenda que tal teste seja realizado por no mínimo 72 horas para verificação da aplicação do sistema empregado.

Após a aprovação do sistema pelo teste de estanqueidade, é retirado o volume de água (abertos os ralos) e feita a proteção mecânica na superfície impermeabilizada. A proteção é feita na horizontal e vertical do reservatório com o uso de argamassa.

Na horizontal, sobre a impermeabilização, deve-se executar a proteção com argamassa de traço 1:4(cimento e areia) com espessura mínima de 2,00 cm.

Nos painéis verticais (se necessário), sobre o sistema em mantas asfálticas, deve-se utilizar chapisco de cimento e areia no traço 1:3 (em volume), sendo que, depois deste processo deverá ser executado um revestimento de argamassa no traço 1:4 (cimento e areia, em volume). A argamassa deverá ser armada com tela de aço para evitar possíveis fissuras no revestimento provocadas pelas movimentações de cargas e dilatações térmicas. Dá-se a este revestimento o nome de “proteção mecânica”.

A proteção mecânica nos reservatórios é importante para proteger a manta recém-aplicada de danos, como furos, rasgos e danificações provocadas pelas intempéries naturais. Caso isso ocorra, a eficácia do sistema é perdida, sendo assim, esta proteção é imprescindível para garantir a durabilidade do sistema.

### 3.2 SISTEMAS SEMI-FLEXIVEIS OU SEMI-RÍGIDOS

O sistema semi-flexível adotado nos reservatórios elevados de Palmas é basicamente uma mistura cimentícia com adição de polímeros e elastômeros. Trata-se de uma argamassa à base de borracha sintética, cimentos, fibras, e agregados, sendo um revestimento de relativa flexibilidade.

Este sistema de impermeabilização apresenta facilidade na sua execução em relação às mantas asfálticas, logo não necessita de mão-de-obra qualificada, fator que a diferencia do sistema flexível aqui tratado.

A impermeabilização com argamassa elastomérica é moldada no local, sendo fornecido em balde (sua unidade é em kg) onde terá a adição de água na sua

composição. Para fazer a mistura do sistema é utilizada uma hélice de aço a uma furadeira elétrica. A argamassa deve apresentar uma forma homogeneia para ser aplicada no reservatório.



Figura 20 - Mistura do elastomérico com o uso de hélice de aço na furadeira elétrica (Fonte: Impercia impermeabilizações)

A superfície a receber esta impermeabilização deverá está regularizada, com os cantos arredondados, limpa e inseta de restos de materiais de concretagem como pedaços de madeira, desmoldantes, ou qualquer material pulverulento.



Figura 21 - Preparação da base do reservatório (Fonte: Impercia impermeabilizações)

Após a regularização do substrato é feita uma imprimação de argamassa polimérica nas laterais e na base dos reservatórios. Posteriormente inicia-se a aplicação da argamassa elastomérica com rolo de lã ou trincha.



Figura 22 - Aplicação de argamassa elastomérica com o uso de trincha no reservatório elevado  
(Fonte: Impercia impermeabilizações)

Esta impermeabilização é feita com seis demãos, esperando um período de 6 horas de secagem entre cada demão.

Após a secagem da primeira demão do elastomérico proceder a aplicação da segunda e demais em sentido cruzado.

Entre a primeira e segunda aplicação do sistema é utilizada tela de poliéster (serve como elemento estruturante nas laterais e na base do reservatório). Esta tela é aplicada com a superfície fresca depois da primeira demão do elastomérico em toda a superfície interna do reservatório.



Figura 23 - Aplicação da tela Poliéster após a primeira demão do elastomérico (Fonte: Impercia impermeabilizações.)

Após a execução deste sistema nos reservatórios superiores espera 24 horas até a secagem da mesma para fazer o teste de estanqueidade. Posteriormente o teste, se não apresentar infiltração ou qualquer falha de execução o reservatório está apto para o uso.

Apesar de este sistema apresentar vantagens na execução e economia em relação à mão-de-obra ele não é tão usado na capital do To. Por ser um produto novo no mercado de Palmas, os profissionais da área não tem conhecimento de suas aquisições em relação à durabilidade e vida útil. Por isso optam mais pelo uso do sistema em mantas Asfálticas.

### 3.3 OUTROS SISTEMAS ADOTADOS

São encontrados no mercado inúmeros produtos destinados a proteção de reservatórios elevados contra as infiltrações.

Além das soluções de impermeabilização citados neste projeto para reservatórios superiores, temos também a resina poliuretana (óleo de mamona) é um sistema que proporciona uma estrutura monolítica, sendo bastante utilizada para impermeabilizar reservatórios em todo o país.

Esta resina de origem do óleo de mamona foi desenvolvida pelo Laboratório de Química Analítica e Tecnologia dos Polímeros do Instituto de Química de São Carlos/ Universidade de São Paulo. Este sistema apresenta durabilidade, resistência química a ácidos, estanqueidade, rapidez e facilidade na sua execução.(ALMÉIDA; 2006).

No estado do To este sistema está sendo empregado a mais de 7 anos. Sendo utilizada por algumas construtoras e empresa de saneamento.

Para a aplicação desta resina nos reservatórios o substrato deverá está limpo e regularizado de acordo com a NBR 9574/1986.

Após a regularização da superfície é feita uma imprimação com argamassa polimérica para dar assim melhor aderecia do substrato com a resina a ser aplicada.



Figura 24 - Aplicação da argamassa polimerica no reservatório (Fonte: Imper Max impermeabilização).

A resina é aplicada pelo processo de pintura em três demãos, esperando um tempo de secagem para cada demão.



Figura 25 - Aplicação da resina poliuretana (Fonte: Imper Max impermeabilização).



Figura 26 - Aplicação da resina poliuretana (Fonte: Imper Max impermeabilização).

#### 4. CONCLUSÕES

Embora a infiltração se caracterize como uma das patologias da área da construção civil em que há diversos estudos que abordam sua origem e a forma de preveni-la, esta ainda se constitui em um problema que ocorre, com grande frequência, tanto em reservatórios construídos recentemente como naqueles com alguns anos de existência.

Conforme referido no início deste estudo, inúmeros são os fatores que podem ser associados à gênese desse problema; entre estes, destacam-se a resistência dos profissionais e proprietários em relação à aplicação do sistema de impermeabilização, no momento da edificação da obra; a falta de planejamento; e a utilização de produtos inadequados e de mão-de-obra não qualificada.

A adoção de medidas preventivas no sentido de evitar ou minimizar a ocorrência de situações desagradáveis faz parte do cotidiano de todos nós. Na área de construção civil, tais medidas assumem grande importância, posto que esta área lida com edificações e com vidas humanas. Portanto, a consciência da prevenção deve ser essencial aos profissionais de construção civil.

Especificamente em relação à prevenção da infiltração, é de conhecimento dos profissionais da área que tal medida, além de possibilitar uma maior vida útil da obra, impede ou limita o surgimento de desconfortos aos moradores decorrentes desse problema, incluindo-se aí o gasto financeiro. A este respeito, é importante se ter claro que recuperar uma obra com problemas de infiltração é bem mais oneroso do que realizá-la no momento da edificação.

O referido estudo foi realizado em Palmas – TO no período de janeiro a junho de 2010, na qual buscou-se encontrar através de pesquisas em campo e estudos literários as melhores soluções de impermeabilização para reservatórios elevados, visto que é uma fase que requer bastante cuidado e atenção quanto a sua execução e escolha de sistemas. Na capital do TO, em função de ser a cidade de pouca idade (21 anos), o processo de verticalização da cidade através de edifícios, ainda é incipiente, tendo atualmente o início do processo. Atualmente, a cidade deve ter em torno de uns 50 edifícios (na faixa de 3 ou mais pavimentos).

Assim, percebe-se uma grande faixa de oportunidades nesta área, o que sem dúvida tem a ver com o foco deste trabalho, pois certamente cada uma destes edifícios terá um reservatório elevado. Então, nota-se o potencial de uso das

tecnologias tratadas neste trabalho. Entretanto, ainda o estudo específico dos sistemas de impermeabilização não é muito difundido, pois os cursos de engenharia e arquitetura tradicionais são muito amplos e normalmente não prevêem disciplinas específicas sobre o tema.

O mercado da construção civil aos poucos, por cobrança dos usuários tem intensificado a demanda por tecnologias mais elaboradas que venham a beneficiar a durabilidade das estruturas, no caso deste estudo, os reservatórios superiores. Salienta-se também a exigência de algumas normas técnicas quanto a indicadores básicos da construção, como a NBR 15.575/2010 (desempenho das edificações), que entrou em vigor em maio de 2010, a qual certamente deverá intensificar o uso de tecnologias mais elaboradas.

No caso específico de Palmas, para os reservatórios elevados, as empresas ainda adotam tecnologias mais tradicionais como as mantas asfálticas. Entretanto nem sempre a aplicação obedece aos requisitos básicos, proporcionando patologias. Ainda, há os casos que são adotados sistemas rígidos como aditivos impermeabilizantes inseridos nas misturas de argamassas e concretos, que combinados com os altos índices de variação de temperatura da nossa região, resultam em sistemas que não cumprem as exigências de resiliência (capacidade de deformação sem ruptura) dos compósitos que formam os painéis verticais e horizontais dos reservatórios superiores.

Quanto a estrutura, nota-se o uso de estruturas laminares e reticuladas, sendo ainda o uso de estruturas de aço também aplicadas. Nota-se que ainda há muito espaço para novas tecnologias, dada a grande verticalização de edifícios na cidade. Claro que temos as obras térreas e os sobrados, mas que em função da maior parte ter poucos usuários, tem seus reservatórios superiores em caixas pré-moldadas de fibra, aço inox ou fibrocimento, sendo suas aplicações de fácil domínio dos usuários.

Acredita-se que o objetivo geral e específico deste trabalho tenham sido alcançados. Caracterizando de forma sucinta que os sistemas de impermeabilização para reservatórios elevados devem ser flexíveis, no entanto, o que diferencia um do outro é a forma de aplicação. Logo para alcançar os requisitos de durabilidade não basta que apenas o sistema seja eficiente, mas também que a mão-de-obra seja qualificada.

Sendo assim, podemos concluir que os sistemas flexíveis citados nesta pesquisa atendem os requisitos de durabilidade para os reservatórios superiores de Palmas. No entanto as patologias evidenciadas nestes reservatórios é devido a falta de planejamento dos profissionais e falha na execução do sistema.

Evidenciou-se também durante a pesquisa em campo, que apesar das “Normas, dos materiais e diversas técnicas de impermeabilização existentes, há profissionais que não estão adaptados a este assunto por falta de informação”.

## **5. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Tem-se a clareza que este estudo não se constitui em algo “inacabado”. Dessa forma deseja-se que este se constitua em uma experiência que possa gerar novas pesquisas sobre este tema, com o objetivo de oferecer uma contribuição mais efetiva para esta área. Diante do exposto julga-se oportuno apresentar as seguintes sugestões:

Ao curso Superior em Construção de Edifícios, que busque aprofundar a discussão sobre sistemas de impermeabilização em seu projeto pedagógico, de disciplina específica e que procure incentivar a produção científica nesta área.

As construtoras, que elaborem e executem projetos de impermeabilização conforme a NBR 9575/2005 e invistam em capacitações profissionais.

As empresas de impermeabilização, que invistam na qualificação de mão-de-obra e que observem a NBR 9574/1986 no momento de execução do serviço.

Aos acadêmicos, que façam estudos e ensaios sobre abordagem de novos materiais de impermeabilização, como PVC, fibras, resinas entre outros, para reservatórios elevados no estado do TO.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9575: **Impermeabilização-Seleção e Projetos**. 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9574: **Execução de Impermeabilização**. 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10837: **Cálculo de Alvenaria de Blocos Vazados de Concreto**. Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: **Projeto de Estrutura de concreto**. Rio de Janeiro, 2004.

ARANTES. Y. K. **Uma Visão Geral na Construção Civil; 2007**. Disponível em:< [www.especializacaocivil.demc.ufmg.br/.../monografia\\_Impermeabilização.pdf](http://www.especializacaocivil.demc.ufmg.br/.../monografia_Impermeabilização.pdf)> Acesso em: 01, maio 2010.

ALMEIDA, A. E. **Resina de poliuretano em reservatórios; 2006**. Disponível em:< <http://www.ehu.es/reviberpol/pdf/MAY06/almeida.pdf>>. Acesso em: 28, junho 2010.

BORGES. C. A; MONTEFUSGO. E; LEITE. L. J. **Práticas das Pequenas Construções Volume: I**. São Paulo: BLUCHER. E, 3º Reimpressão, 2002.

DANTE, G, J. **Impermeabilização em Obras de Engenharia Civil; 2006**. Disponível em:< [www.udc.edu.br/monografia/Mono02.pdf](http://www.udc.edu.br/monografia/Mono02.pdf)> Acesso em: 10, maio 2010.

FONSECA, C. E; PALMA, L, S. **Impermeabilização de Reservatórios e Caixas d'água com Manta de PVC**. Artigo impermeabilização. n. 541, 2000. Disponível em: <[www.brasilengenharia.com.br/artimpermeabiliz541.htm](http://www.brasilengenharia.com.br/artimpermeabiliz541.htm)> Acesso em: 10, novembro 2009.

**Manual do Impermeabilizador**. Disponível em: <http://www.primer.com.br/>. Acesso em: 5, junho 2010.

PETRUCCI, R. G. **Concreto de Cimento Portland**. São Paulo. 1998.

PONT, A. C; PAVAN, B. D. **Impermeabilização com Manta Asfáltica na construção civil; 2007**. Disponível em:<

[http://portal2.unisul.br/content/navitacontent\\_/userFiles/File/pagina\\_dos\\_cursos/Engenharia\\_Civil\\_Tubarao/TCC\\_final\\_Pavan\\_-\\_Dal\\_Pont.pdf](http://portal2.unisul.br/content/navitacontent_/userFiles/File/pagina_dos_cursos/Engenharia_Civil_Tubarao/TCC_final_Pavan_-_Dal_Pont.pdf)> Acesso em: 10 maio 2010.

RAMALHO, A. M; CORRÊA, S. R. **Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural**. São Paulo: PINI, 2003.

REVISTA TÉCHNE. Por que a impermeabilização é importante para construção civil. **Téchne**. v. 17. n. 145, p. 12, abril 2009.

REVISTA TÉCHNE. Projeto de impermeabilização é sinônimo de economia e qualidade. **Téchne**. V.17. n. 146, p. 9, maio 2009.

VERÇOZA, J.N. **Impermeabilização na Construção**. Porto Alegre: SAGRA, 1985.

YAZIGI, W. **A Técnica de Edificar**. São Paulo: PINI, 2007.

IMPERCIA IMPERMEABILIZAÇÃO. **Catálogos de materiais**.

IMPER MAX. **Obras de reservatórios elevados impermeabilizado com resina poliuretana**.

## BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14724: **Informação e documentação – Trabalhos acadêmicos – Apresentação**. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10520: **Informação e documentação – Citações em Documentos – Apresentação**. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023: **Informação e documentação – Referências – Elaboração**. Rio de Janeiro, 2002.

ALVES, D. J. **Materiais de Construção**. UFG. Goiânia, 1999.

ARQUITETURA & CONSTRUÇÃO. **Mantas Asfálticas: não nem Erro**. Disponível em: < <http://casa.abril.com.br/arquitetura/livre/semsegredos/imper/4b.shtml>> Acesso em 12, novembro 2009.

BAUTECH. **Trafix Elastomérico**. Disponível em: < <http://www.bautechbrasil.com.br/produtos/imp-trafix-elastomerico.php>> Acesso em 18, novembro 2009.

CHAVES, R. **Manual do Construtor**. Planejamento, Equipamentos, Planta, Estrutura, Alvenaria, Revestimento, Pintura, Esquadrias, Instalações. EDIOURO. 18ª Ed. Rio de Janeiro, 1996.

CAMPOS; I. M. **O que é Alvenaria Estrutural**. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=7&Cod=40>> Acesso em 18, novembro.

COCITEC. T.C.C.I.LTDA. **Edifício Carvalho de Mesquita - RJ**. Foto, 01. Disponível em: <<http://www.cocitec.com.br/carvalho.html>> Acesso em: 20, novembro.

FONTANA, A. F. P. **A Arte de Construir & Caderno de Notas**. EDUCS. Caxias do Sul, 2005.

GABRIOLLI, J. **Fundação, estruturas, paredes e impermeabilização**. Nº. 0204. Revista Arquitetura & Construção. Editora Abril. Disponível em:<<http://arquitetura.abril.uol.com.br/livre/edicoes/0204/fechado/fundacao/mt.81282.shtml>> Acesso em: 10 novembro 2009.

GRANATO, E. J. **A Importância da Impermeabilização**. Empek Impermeabilização. Disponível em: <<http://www.empek.com.br/artigo1.htm>> Acesso em: 10, novembro 2009.

GUEDES, F. M. **Caderno de Encargos**. PINI. São Paulo, 2004.

NAKAMURA, J, Técnica. **Impermeabilização**. n. 115. Outubro de 2006. Disponível em: <<http://www.revistatechne.com.br/Edicoes/115/artigo33004-2.asp>> Acesso em 18, novembro.

PIRONDI, Z. **Manual Prático da Impermeabilização e de Isolação Térmica**. PINI. Instituto brasileiro de impermeabilização, São Paulo, 1988.

PEREIRA, N. C. **Gestão da Inovação Tecnológica na Construção Civil: conhecimento e responsabilidade sócio-ambiental**. In: 50º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, Salvador, 2008. **Anais**. Salvador: IBRACON.

REVISTA TÉCNICA. Sistemas de impermeabilização x reservatório elevado. **Técnica**. v. 17. n. 144, abril 2009. Disponível em: <[www.ibisp.org.br/?pagid=vrevista\\_techne&id](http://www.ibisp.org.br/?pagid=vrevista_techne&id)> Acesso em: 10, novembro 2009.

REVISTA TÉCNICA. Impermeabilização com mantas de PVC. **Técnica**. v. 17. n. 144, p. 18, março 2009.

RIPPER, E. **Como Evitar Erros na Construção**. PINI. São Paulo, 1984.

SPAGNOLLO, R. J. **Impermeabilização: áreas diversas**. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=20&Cod=413>> Acesso em: 5, novembro 2009.

SPAGNOLLO, R. J. **Impermeabilização na sua construção**. Disponível em: <<http://www.geocities.com/impermea>> Acesso em: 10, maio 2010.

STORTE, M. **Impermeabilização – Prevenção e proteção**. Disponível em: <<http://www.ibracon.org.br/>> Acesso em: 10 junho 2010.

VEDACIT. Impermeabilização de estruturas. **Manual Técnico**. v. 5.

WIKIPÉDIA. **Concreto Armado**. 2009. Disponíveis em: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Concreto\\_armado](http://pt.wikipedia.org/wiki/Concreto_armado)> Acesso em: 11, novembro 2009.