

Projeto de Impermeabilização para Estruturas de Pontes e Viadutos.

Cirene P. Tofanetto; Anderson M. Oliveira.

Arquiteta - cirene.paulussi@gmail.com

Engenheiro Civil - br_amoliv@hotmail.com

Resumo

É de se observar no dia-a-dia que as estruturas de pontes e viadutos, seja no Brasil ou em qualquer parte do mundo, com o passar dos anos começam a apresentar manifestações patológicas por infiltração de água causando deterioração do concreto e corrosão da armadura, entre outras manifestações que podem comprometer o seu uso e operação, e consequentemente a segurança de seus usuários devido a perda da vida útil da estrutura.

Existem várias tecnologias de materiais impermeabilizantes que podem ser adotados em estruturas de concreto e que garantem a estanqueidade das mesmas. Ao projetar a impermeabilização, em especial para pontes e viadutos, considerando a compatibilização do sistema impermeabilizante adotado em função da estrutura (tabuleiro) e o tipo de camada de pavimentação, seja ela flexível ou rígida. Adotar detalhes técnicos específicos como, juntas de dilatação, juntas de construção, barreiras de proteção, guarda-corpos, entre outros, visando uma solução de proteção contra anomalias no concreto para a garantir maior durabilidade a estrutura.

Este trabalho tem como objetivo apresentar a importância de proteção das estruturas de concreto de pontes e viadutos respeitando as Normas vigentes de estrutura e seus componentes, bem como os estudos preliminares, através da elaboração de um projeto específico de impermeabilização que assegure que as mesmas estando exposta às condições climáticas, agressividade atmosférica, sobre as cargas atuantes, drenagem, entre outros fatores se mantenham estanques por um período maior determinado e prevalecendo o estudo de Vida Útil de Projeto (VUP).



Figura 1 e 2 – Vista da Junta de dilatação do Viaduto Ângelo Gaiarsa-Santo André (Acervo autor)

Palavra-Chave: Impermeabilização; Estanqueidade; Projetos; Pontes; Viadutos; Obras de Artes Especiais

1. Introdução

Pontes e viadutos são verdadeiras “Obras de Artes Especiais” (OAE’s) que desafiam a Engenharia de estruturas quanto a sua funcionalidade, forma e estética, tendo ainda que garantir a sua integridade e durabilidade da estrutura, levando em considerações suas variações na composição dos tipos de componentes que a compõe. Em um projeto de superestruturas¹ de pontes ou viadutos existem uma série de concepções

¹ Superestrutura – A superestrutura vence o vão necessário a ser transposto pela ponte e recebe diretamente as cargas provenientes do tráfego dos veículos, transmitindo-as à mesoestrutura. É normalmente denominada de tabuleiro (Vitório J.A.P/2015)

estruturais que devem ser utilizadas, porém não é levado em consideração a questão de estanqueidade destas estruturas de concreto que estão sujeitas à agressividade do meio ambiente e conseqüentemente manifestações patológicas pelas infiltrações decorrentes da ausência de um sistema adequado de impermeabilização. No Brasil, infelizmente não se tem a cultura de projetar a impermeabilização compatibilizando com os demais projetos, uma vez que as estruturas de concreto são elementos porosos e degradáveis com o tempo. Outro assunto de grande relevância é a falta de manutenção das “Obras de Artes Especiais” pelos órgãos competentes e que vem causando grandes problemas, prejudicando a integridade estrutural, bem como a segurança, uso e durabilidade.



**Figura 3 - Galeria dos Estados-Estrutura sob Passeio de Concreto /Brasília – 2018
(Acervo do autor)**

Apesar de frequentes e evidentes, em cada viaduto ou ponte que passamos, observamos a existência das patologias, entretanto, ainda há dificuldade de acesso aos dados e informações sobre as incidências das falhas de impermeabilização, bem como da prática de elaboração de projetos de impermeabilização, uma vez que, estes frequentemente não são considerados pelos projetistas de estruturas das OAE's.

A deficiência da impermeabilização também pode ser associada a vários fatores, seja pela falta de cultura brasileira e da conscientização da importância de se preservar o patrimônio que é de uso comum e/ou coletivo, ou pela negligência de autoridades e órgãos competentes. Enquanto em outros países mais desenvolvidos como na Europa e na América do Norte, uma das principais preocupações no início do processo de construção de “Obras de Artes Especiais” é a impermeabilização, que é pensada logo no início da concepção dos estudos do projeto estrutural.

Grande parte das patologias do concreto nas obras brasileiras está relacionada às infiltrações de água, falta de estanqueidade e problemas nos sistemas de drenagem, devido à ausência do projeto de impermeabilização, tendo conseqüentemente deficiência na execução do mesmo, causando processo de corrosão das armaduras e destacamento de partes do concreto, deixando as armaduras expostas ao meio agressivo.

Podemos citar diversas pontes e viadutos no Brasil e em SP, que devido à falta de manutenção e ausência da impermeabilização tiveram manifestações de patologias consideráveis, causando em alguns casos colapsos dos mesmos. Podemos citar a Ponte dos Remédios (23/11/2011) que causou enormes problemas na cidade interditando uma das principais vias que liga as Marginais.



Figura 4- Mureta de proteção que ruiu

Fonte: <http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2011/11/pista-de-ponte-nao-foi-afetada-por-queda-de-mureta-diz-prefeitura-de-sp.html>



XII CONGRESSO BRASILEIRO
de PONTES e ESTRUTURAS
7 a 11 de junho de 2021 - Congresso Virtual

2. Histórico de pontes e viadutos com problemas

Historicamente no Brasil a impermeabilização nas “Obras de Artes Especiais” tem sido negligenciada há décadas, com a maior parte destas estruturas hoje em funcionamento, com idade próxima há 50 anos. As manifestações patológicas causadas pela infiltração, associada à ausência ou a má conservação destas, vem refletindo nos acidentes recentes de viadutos (Eixão Sul, Brasília-DF, Marginal Pinheiros, São Paulo – SP, Acesso à Rodovia Pres. Dutra, dentre outros).

A Prefeitura de São Paulo, em 2011, anunciou a previsão de conclusão de reformas de pelo menos 21 pontes e viadutos até o final de 2012. De maio de 2009 a outubro de 2011 a Prefeitura havia concluído intervenções em apenas nove pontes, viadutos e passagem de nível: Viadutos Florêncio de Abreu, Pires do Rio, Sen. Emygdio de Barros Filho, Olavo Fontoura, Escola Engenharia Mackenzie, e as pontes do Limão, dos córregos da Ponte Rasa e da Água Vermelha, além da passagem subterrânea Takeharu Akagawa.

Em novembro de 2011 a Prefeitura de São Paulo informou a relação das 21 pontes com as respectivas previsões de término, porém sabemos que desta relação de obras não foi dada andamento em algumas pontes e viadutos, e suas ações relacionadas nas fases a que foram determinadas.

Item	Obras de Artes	Fases
1	Vd. Brigadeiro Luiz Antônio	fase de projeto/dezembro de 2012
2	Vd. Jacareí	fase de licitação/agosto de 2012
3	Vd. Nove de Julho	fase de publicação de edital/setembro de 2012
4	Vd. General Olímpio da Silveira	fase de publicação de edital/setembro de 2012
5	Vd. Dona Paulina	fase de publicação de edital/outubro de 2012
6	Vd. Alcântara Machado	fase de projeto/dezembro de 2012
7	Vd. Carlos Ferraci	fase de projeto/dezembro de 2012
8	Vd. Av. Raimundo P. Magalhães	fase de projeto/dezembro de 2012
9	Vd. Miguel Mofarrej	fase de publicação de edital/novembro de 2012
10	Vd. Rua Teodoro Sampaio s/ Rua Mateus Grow	fase de publicação de edital/agosto de 2012
11	Vd. Rua Teodoro Sampaio s/ Rua Joaquim Antunes	(fase de publicação de edital/dezembro de 2012)
12	Vd. Grande São Paulo	fase de publicação de edital/dezembro de 2012
13	Vd. Gazeta do Ipiranga	fase de publicação de edital/dezembro de 2012
14	Vd. Santo Amaro	obra de recuperação da estrutura/agosto de 2012
15	Pte. do Piqueri	fase de contratação de empreiteira/outubro de 2012
16	Pte. Cruzeiro do Sul	fase de contratação de empreiteira/agosto de 2012
17	Pte. Presidente Dutra	fase de projeto/dezembro de 2012
18	Passagem inferior Euryclides de J. Zerbini	fase de publicação de edital/setembro de 2012
19	Pte. do Jaguaré	fase de contratação de empreiteira/agosto de 2012
20	Pte. dos Remédios	fase de projeto/dezembro de 2012
21	Pontilhão da Rua Henrique San Mindlin	(fase de projeto/dezembro de 2012)

Tabela 1. Relação de obras e suas fases

Fonte: <http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2011/11/obras-em-21-pontes-de-sp-devem-acabar-ate-fim-de-2012-diz-prefeitura.html>

Em 2018, conforme relacionadas na figura 3, divulgada pela Prefeitura de São Paulo após vistoria completa, as principais pontes e viadutos identificados com risco de colapso, sendo que, metade das OAE's estão localizadas na Zona Oeste da cidade. A lista foi concluída após vistoria e relacionada em um número de 33 estruturas com problemas emergenciais na cidade de SP, sendo este número atualizado pela Secretaria de Infraestrutura e Obras.



XII CONGRESSO BRASILEIRO
de PONTES e ESTRUTURAS
7 a 11 de junho de 2021 - Congresso Virtual



Figura 5 - Relação de pontes e viadutos em São Paulo com problemas.

Fonte: Folha de São Paulo-15/nov./2018

3. Classificação quanto às origens das patologias

Segundo Prof. Vitório, o gráfico 1 foi baseado nos resultados das inspeções realizadas em 100 pontes e oito rodovias federais da região Nordeste do Brasil (Pernambuco), sendo este trabalho de pesquisa realizado entre os anos de 2010 a 2011 em OAE's (Vitório²).

O gráfico 1 demonstra que das 100 pontes inspecionadas o maior índice está nas estruturas com infiltrações e eflorescências, sendo 69 pontes apresentando infiltrações pela falta de impermeabilização da estrutura, sendo que na ausência desta, problemas de patologias como corrosão da armadura e consequentemente deslocamento do concreto.

O gráfico 2 demonstra que das 546 pontes inspecionadas, os maiores índices estão nas estruturas com infiltrações e eflorescências presentes em 293 OAE's, seguindo do deslocamento do cobrimento, armadura exposta e oxidada, juntas de dilatação danificadas, que provavelmente pela falta de impermeabilização da estrutura, sendo que na ausência desta, consequentemente ocorrerá problemas de patologias nas obras.

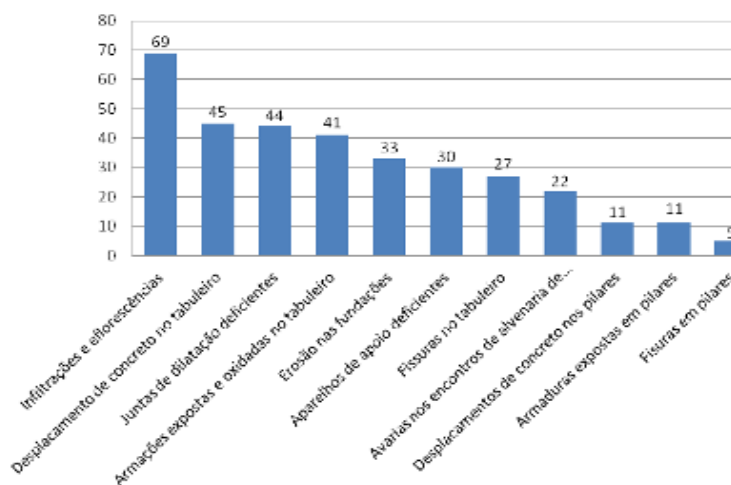


Gráfico 1 - Incidência dos danos estruturais nas 100 pontes

Fonte: VITÓRIO, J.A.P (2010)

² VITÓRIO, J.A.P – PONTES E VIADUTOS RODOVIÁRIOS: Conceitos, Conservação, Segurança e Reforço Estrutural (2013).



XII CONGRESSO BRASILEIRO
de PONTES e ESTRUTURAS
7 a 11 de junho de 2021 - Congresso Virtual

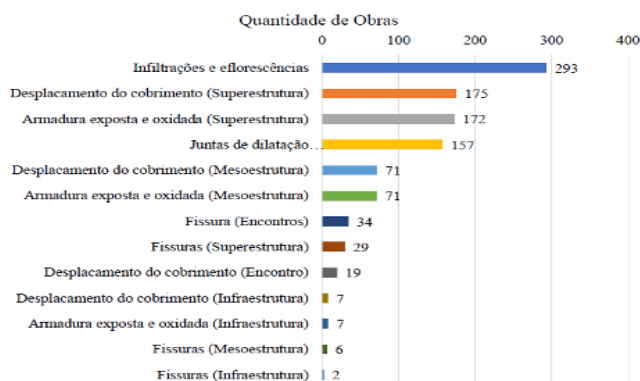


Gráfico 2- Incidência das manifestações patológicas no conjunto das obras analisadas.

Fonte: Silva, C.J.G.; Monteiro, E; Vitorio, J.A.P (Revista ALCONPAT-abril/2018)

4. Projeto de Impermeabilização de pontes e viadutos

No Brasil se adota a Norma ABNT NBR 9575:2010 para elaboração do projeto de impermeabilização em edificações, porém quando se trata de impermeabilização das OAE's, esta norma não é comumente utilizada para elaboração de um projeto de impermeabilização para pontes e viadutos. Apesar de aplicável a qualquer tipo de obra, a impermeabilização e a norma de projeto referente é simplesmente ignorado pelos projetistas de estruturas.

As reações químicas com formação de sais solúveis são patologias comuns nas estruturas de concreto. Entretanto, segundo Projeto de Norma DNIT 090/2006-ES, a impermeabilização deve ser utilizada como forma de proteção, impedimento ou tratamento da ocorrência da perda dos sais solúveis e da lixiviação.

O projeto de impermeabilização deve ser compatibilizado com os outros projetos (ex. estrutura, drenagem, etc.) e atender todas as exigências para um bom desempenho, que garanta a estanqueidade, durabilidade e principalmente a vida útil estabelecida em projeto. Deve ser desenvolvido de maneira que os materiais especificados sejam condizentes com as cargas atuantes e solicitações de movimentações de trabalho da estrutura.



Figura 6 – Patologias pela falta de compatibilização de projetos (Acervo do autor)

Há uma série de outros fatores que devem ser considerados como prevenção de possíveis problemas de patologias, que são devido à ausência e/ou escolha inadequada dos materiais empregados, contratação e serviços de execução, bem como nas definições das responsabilidades, sejam elas do projetista, executor da obra, executor da impermeabilização, do fabricante, entre outros que tenham envolvimento diretamente com a obra.

O projeto de impermeabilização deve seguir as diretrizes do projeto estrutural e conter memorial descritivo, plantas com a identificação dos sistemas impermeabilizantes, detalhes genéricos e específicos, planilha quantitativa, definição da vida útil, programa de manutenção, etc..

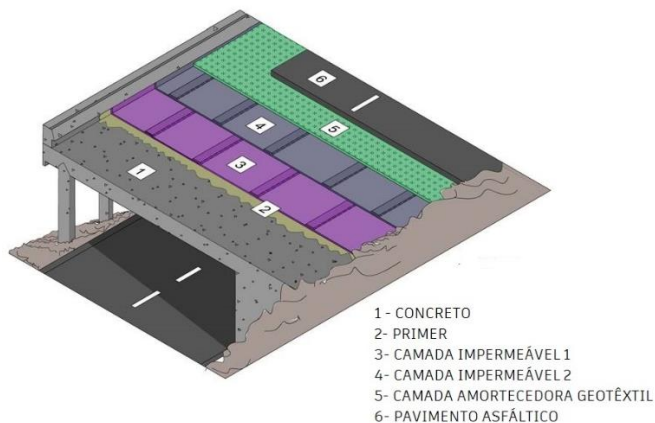

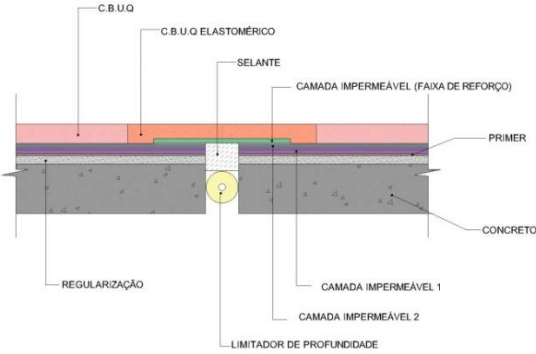



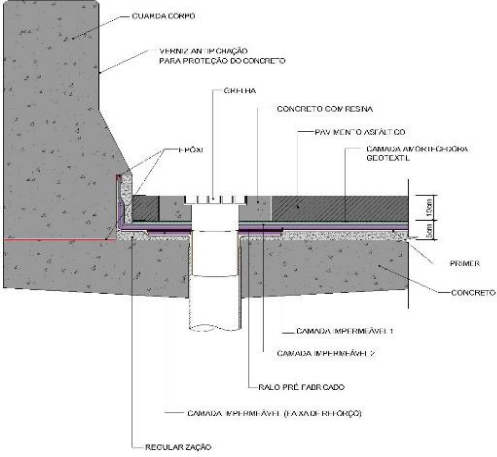
Figura 7 – Detalhe típico de uma impermeabilização de OAE's (Acervo do autor)

O detalhamento é um dos itens fundamentais que deve ser considerado, normalmente são repetitivos em função do método construtivo, no caso de pontes e viadutos observa-se que não há cuidados especiais, cabe ao projetista de impermeabilização dar atenção especial situações peculiares de cada obra. Quanto maior o número de detalhes, menor a chance de erros de execução dos pontos mais relevantes como as juntas de dilatação, ralo, rodapés dos guarda corpo, ancoragem na vertical e etc.


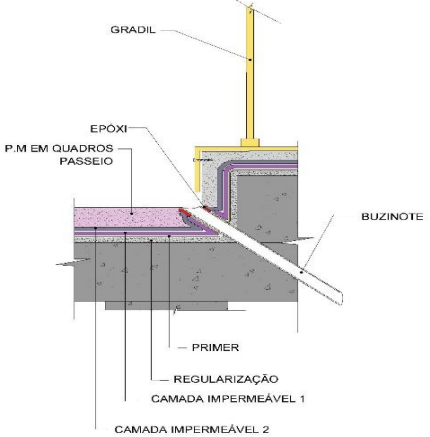
Abaixo, temos um demonstrativo de alguns erros executivos encontrados em pontes e viadutos que poderiam através do projeto executivo de impermeabilização, evitar tais manifestações patológicas, protegendo a estrutura das infiltrações.

Patologia de Execução	Detalhe técnico de execução
	
<p>Figura 8 – Junta de dilatação do Viaduto Ângelo Gaiarsa-Santo Andre (Acervo autor)</p>	<p>Figura 9- Detalhe típico de uma junta elastica tipo C.B.U.Q. asfáltica (Acerto do autor)</p>

As juntas de dilatação são pontos frequentes de desgaste e danos na estrutura. Negligenciar seu tratamento causa penetração da umidade e detritos, que comprometem o desempenho e a vida útil da estrutura.

Erro de Execução	Detalhe técnico de execução
 <p>Figura 10- Ralo na pista de rolamento da Ponte da Avenida do Estado em Santo André sobre o rio Tamanduatei (Acervo do autor)</p>	 <p>Figura 11 – Detalhe de acabamento da impermeabilização no ralo (Acervo do autor)</p>

Pontos de escoamento (grelhas, ralos, etc.) são locais críticos, pois normalmente são fabricados com produtos (PVC, metálicos, etc.) que tem coeficiente de dilatação diferente dos demais materiais/componentes da ponte (concreto, asfalto, etc.) e acabam se tornando pontos de fissuras e vazamentos no entorno da tubulação. Na figura 8, além de não haver o adequado tratamento com a impermeabilização, observamos que não existe uma grelha superior, o que acaba por permitir a entrada de detritos, que causam entupimentos, transbordamentos, etc. Aliado ao fator da ausência de um plano de manutenção, estes entupimentos podem inutilizar o escoamento por longo período (até a limpeza ou remoção deste).


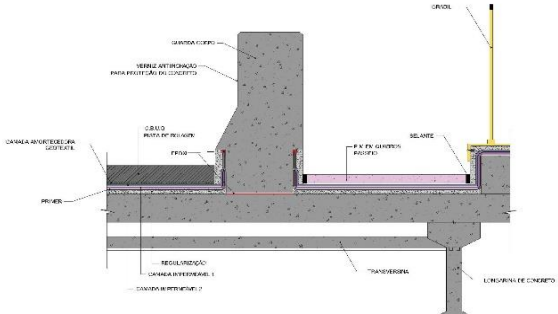
Erro de Execução	Detalhe técnico de execução
 <p>Figura 12 – Buzinote no passeio da Ponte da Avenida do Estado em Santo André sobre o rio Tamanduateí (Acervo do autor)</p>	 <p>Figura 13 – Detalhe da implantação de Buzinote (Acervo do Autor)</p>

Outro ponto de escoamento comumente instalado nas barreiras de proteção são os buzinotes, entretanto, para que o mesmo tenha todo seu diâmetro utilizado para vazão é necessário a formação de uma lâmina de água, que em uma pista de rolamento é perigoso (aguaplanagem), no caso das calçadas impossibilita a passagem de pedestres.



XII CONGRESSO BRASILEIRO
de PONTES e ESTRUTURAS
7 a 11 de junho de 2021 - Congresso Virtual

Desta forma o mais correto é a instalação de buzinetes ou sistemas de escoamento na horizontal (figura 11).

Erro de Execução	Detalhe técnico de execução
 <p data-bbox="148 853 746 943">Figura 14 – Passeio da Ponte da Avenida do Estado em Santo André sobre o rio Tamanduaté (Acervo do autor)</p>	 <p data-bbox="874 853 1430 913">Figura 15 – Detalhe técnico da interface pista de rolamento x passeio lateral (Acervo autor).</p>

Para a perfeita impermeabilização de uma ponte é necessário que o tratamento seja em toda a estrutura do tabuleiro, não apenas na pista de rolamento.

Classificação dos sistemas impermeabilizantes e complementares

A cada dia surgem novos produtos e sistemas de impermeabilização com apelos de facilidade de aplicação, economia e durabilidade. Somado aos sistemas impermeabilizantes já conhecidos do mercado, a escolha do sistema impermeabilizante ideal para cada situação de estrutura não é uma decisão fácil aos construtores. Desta forma a necessidade de consultar um projetista de impermeabilização que conheça os diversos materiais e sistemas impermeabilizantes deve ser considerada, pois o mesmo analisa os prós e contras de cada um dos sistemas existentes e desenvolve projetos fundamentados em normas técnicas, juntamente com os demais projetistas, mas em especial o projetista estrutural.

Quando se trata de “Obras de Arte Especiais”, onde as solicitações das estruturas e os vãos possuem exigências completamente diferentes das estruturas convencionais, a avaliação e o conhecimento detalhado do comportamento dos materiais que compõe cada sistema impermeabilizante e suas interfaces, quando trabalhadas em conjunto é de extrema importância. Desta forma os projetistas de impermeabilização, juntamente com o projetista estrutural devem avaliar os sistemas impermeabilizantes, suas características, garantias, histórico de durabilidade, manutenibilidade e referências normativas. Como forma de melhorar a compreensão de um sistema impermeabilizante, a norma ABNT NBR 9575 – Impermeabilização Seleção e Projeto descreve como sistemas impermeabilizantes um conjunto de produtos e serviços dispostos em camadas ordenadas, destinado a conferir estanqueidade a uma construção, porém, a referida norma se aplica às edificações e construções em geral, no caso de pontes e viadutos muitas destes sistemas descritos não atendem as solicitações de trabalhabilidade das estruturas, devendo ser criada uma norma de impermeabilização específica para pontes e viadutos.

Apesar de existirem diversos sistemas impermeabilizantes e a cada dia estar surgindo no mercado novos produtos, aqui vamos atentar apenas aos que possuem normas técnicas nacionais ou internacionais e possuam características de compatibilidade com as solicitações da estrutura e com os tipos de pavimento asfáltico e/ou concreto de pavimentação.

Quanto às classificações dos produtos, para garantir a estanqueidade é necessário que o projetista ou responsável use materiais como parte de um sistema, ou seja, o desempenho de qualquer produto independente da sua classificação vai depender dos serviços complementares que compõe parte do sistema impermeabilizante.

Dependendo da solução adotada o detalhamento e tratamento dos serviços será diferenciado. Desta forma, é importante pensar no sistema impermeabilizante desde a fase de elaboração do projeto inicial de estrutura, compatibilizado os projetos, pois somente desta forma e possível garantir a melhor performance e expectativa de vida do sistema impermeabilizante e da estrutura.

As tecnologias variam entre sistemas asfálticos, membranas sintéticas, membranas a base de poliuréia entre outros.



Figura 14 – Aplicação de capeamento asfáltico sobre impermeabilização a base de poliuréia (imagem Sika)



Figura 15 – Impermeabilização de Viaduto ferreo (FERROBAN) com Manta asfáltica (Imagem Viapol)

Um ponto importante em qualquer construção é o tratamento das juntas de dilatação. Entretanto, o não tratamento correto destas, causa escoamento da água pelos vãos, ao longo do tempo esta infiltração que percola pela estrutura causa a lixiviação do concreto das estruturas reduzindo assim a vida útil. Segundo o DNIT (2006, p. 5), “A lixiviação do hidróxido de cálcio do concreto, além da perda de resistência, provoca agressões estéticas, já que o produto lixiviado interage com o CO₂ presente no ar, daí resultando a precipitação de crostas brancas de carbonato de cálcio na superfície”.

O tratamento correto consiste em identificar os tipos de juntas e adequadamente utilizar técnicas de forma a criar a proteção contra infiltração e outros objetos ou fluídos que possam comprometer e danificar as estruturas, ou reduzir a vida útil.

Este trabalho não tem como objetivo informar ou caracterizar o melhor sistema de impermeabilização para pontes e viadutos, mas sim, destacar a importância de se projetar a impermeabilização juntamente com o projeto de estrutura, garantindo uma compatibilização entre elementos, e a utilização das diversas tecnologias de materiais impermeabilizantes disponíveis no mercado, como também aumentar a vida útil das estruturas de obras viárias protegendo assim o patrimônio público, bem como a segurança dos usuários que transitam por estas vias diariamente.

5. Conclusão

Pelo trabalho apresentado, fica a conclusão de que “Obras de Artes Especiais”, devem ter uma norma específica de impermeabilização, pois difere das obras habitacionais e comerciais, que muitos dos projetistas de impermeabilização estão acostumados a especificar. Deve se adotar técnicas e critérios plausíveis de estudo das estruturas, sob os critérios do estado limite, tipo de estrutura, agressividade do meio ambiente, entre outros. Esta norma deve mensurar os parâmetros mínimos de projeto de impermeabilização para pontes e viadutos, ter estudos que abrange os principais materiais impermeabilizantes, determinar a VUP (Vida Útil de Projeto), etc., não se baseando na norma ABNT NBR 9575:2010, pois esta apresenta parâmetros para elaboração de projetos de impermeabilização para obras de edifícios habitacionais e comerciais.

Entretanto também é importante destacar a evolução de novas tecnologias de materiais impermeabilizantes que vem constantemente surgindo no mercado, porém deve-se ter muito cuidado na hora de especificar, pois



há muitos produtos que não atendem nenhuma norma técnica, seja nacional ou estrangeira, como também o desempenho esperado.

Temos a considerar que o projeto de impermeabilização é de suma importância para as “Obras de Artes Especiais”, para evitar as manifestações patológicas por infiltrações devido à falta do mesmo, sendo que este pode contribuir para evitar estes tipos de problemas e comprometimento da estrutura e durabilidade.

Devem-se alertar as autoridades e órgãos competentes da necessidade de elaboração de um projeto de impermeabilização juntamente com o projeto de estrutura para pontes e viadutos para se evitar as patologias decorrentes das infiltrações.

6. Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT NBR 9575:2010 – Impermeabilização – Seleção e projeto.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. **Manual de projeto de obras-de-arte especiais** – Rio de Janeiro, 1996. Disponível em: http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/manuais/documentos/698_manual_de_projeto_de_obras_de_arte_especiais.pdf, acessado em 20 de Abril de 2019.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURAS DE TRANSPORTES. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação do Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias. 2 Ed.** – Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/manuais/documentos/744_manual_de_inspecao_de_pontes_rodoviarias.pdf, acessado em 20 de Abril de 2019.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURAS DE TRANSPORTES. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação do Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de Recuperação de Pontes e Viadutos Rodoviários.** – Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/manuais/documentos/744_manual_recuperacao_pontes_viadutos.pdf acessado em 20 de Abril de 2019.

Pista de ponte não foi afetada por queda de mureta, diz Prefeitura de SP. *GI*. Disponível em: <http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2011/11/pista-de-ponte-nao-foi-afetada-por-queda-de-mureta-diz-prefeitura-de-sp.html> >. Acesso em: 28 de maio. 2019

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. PROJETO DE NORMA DNIT 090/2006 – ES. **Patologias do concreto- Especificação de Serviço** – Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: http://www1.dnit.gov.br/normas/download/DNIT090_2006_ES.pdf, acessado em 21 de maio de 2019

GRANATO, J. E.. Pontes e Viadutos – impermeabilização e Proteção das estruturas, **10º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO**. São Paulo, IBRACON, 1997.

VITÓRIO, J.A. P. **Pontes e Viadutos Rodoviários Conceitos, Conservação, Segurança e Reforço Estrutural**. Apostila do Curso da Disciplina Reforço e Recuperação estrutural, Recife, 2015