



CELSO ACUÑA SORIA

PONTE DE CONCRETO ARMADO

Campo Grande
2018

CELSO ACUÑA SORIA

PONTE DE CONCRETO ARMADO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Instituição Universidade UNIDERP, como
requisito parcial para a obtenção do título de
graduação em Engenharia Civil.

Orientador:

Campo Grande

2018

CELSO ACUÑA SORIA

PONTE DE CONCRETO ARMADO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Anhanguera UNIDERP, como requisito parcial para a obtenção do título de graduado em Engenharia Civil.

BANCA EXAMINADORA

Prof(a).

Prof(a).

Prof(a).

Campo Grande, 05 de dezembro de 2018

Dedicatória:

Dedico este trabalho à minha mãe Sebastiana Acuña Ozuna, meu pai Avelino Soria (*in memoriam*), aos meus filhos e à minha esposa Leonice Santos, que me apoiaram nos momentos difíceis, incentivando-me a não desistir visando meu desenvolvimento profissional e pessoal.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por dar-me saúde, inteligência e determinação para seguir em frente nos momentos difíceis.

A Universidade Anhanguera UNIDERP, seu corpo docente, aos educadores que proporcionaram uma noção e probabilidades para o horizonte desconhecido, guiando-me no caminho da ética e integridade no caminhar da minha vida profissional.

Ao meus orientadores, pelas orientações no melhor ajuste do contexto geral e incentivos no precioso tempo que lhe coube.

À minha mãe Sebastiana Acuña Ozuna e esposa Leonice Santos, que nos momentos mais difíceis estavam comigo, apoiando-me e incentivando a jamais desistir.

Aos meus colegas de sala Douglas, Daniela, Thaís, Jone e Silvio que sempre me apoiaram nos trabalhos da faculdade.

E por fim, a todos que direto ou indiretamente ajudaram-me, o meu mais profundo agradecimentos e o meu muito obrigado.

SORIA, Celso Acuña. **Ponte de Concreto Armado**: 2018. 35 pg. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Anhanguera Uniderp, Campo Grande / MS, 2018.

RESUMO

A construção civil é um seguimento no qual acompanha o crescimento populacional e organizacional, contando com inúmeros desafios para ser humano, para alcançar pontos distantes ligando destinos diferentes não importando direta ou indiretamente com seus obstáculos em seu caminho ou no seu entorno. Através deste, será demonstrado os métodos construtivos, evidenciando as pontes de concreto, visando a durabilidade da construção e projetos seguindo rigorosamente a norma vigente, evidenciando erros construtivos, sendo esse acarretando em patologias que muitas dessas irreversíveis. Contudo, será evidenciado uma necessidade de uma fiscalização preventiva e corretiva dos problemas de execução, impactando diretamente no orçamento final do Empreendimento. Ressaltando as etapas de execução do empreendimento e, de planejamento e vantagens e desvantagens das estruturas de concreto armado.

Palavras-chave: Construção civil, Pontes de Concreto, Patologias, Vantagens e Desvantagens.

SORIA, Celso Acuña. **Ponte de Concreto Armado**: 2018. 35 pg. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Anhanguera Uniderp, Campo Grande / MS, 2018.

ABSTRACT

Civil construction is a follow-up to accompany population and organizational growth, with innumerable challenges to being human, to reach distant points linking different destinations, no matter directly or indirectly with their obstacles in their way or their surroundings. Through this, it will be demonstrated the constructive methods, evidencing the concrete bridges, aiming at the durability of the construction and projects following strictly the current norm, evidencing constructive errors, being this causing in pathologies that many of these irreversible. However, a need will be evidenced for a preventive and corrective inspection of the execution problems, directly impacting the final budget of the Enterprise. Highlighting the execution stages of the project and the planning and advantages and disadvantages of the reinforced concrete structures.

Keywords: Civil Construction, Concrete Bridges, Pathologies, Advantages and Disadvantages.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Ponte de Frabício, em Roma	14
Figura 2 - Ponte de Severn.....	15
Figura 3 - Ponte em Laje.....	20
Figura 4 - Ponte em Viga de Alma Cheia.....	21
Figura 5 - Ponte em Treliça.....	22
Figura 6 - Ponte em Pórticos.....	22
Figura 7 - Ponte em Arco.....	23
Figura 8 - Ponte Suspensa.....	24
Figura 9 - Ponte Suspensa de Severn, Alemanha em 1960, com vão de 360m.....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tratamento usuais das estruturas de concreto armado.....	27
--	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 O PROBLEMA	14
2 CONSTRUÇÃO CIVIL	14
2.1 UM BREVE HISTÓRICO	14
2.2 CLASSIFICAÇÕES DAS PONTES	15
2.2.1 Qual o tipo de material da estrutura.	16
2.2.2 Comprimento.	16
2.2.3 Natureza do Tráfego.	16
2.2.4 Desenvolvimento Planimétrico e Altimétrico.	17
2.2.5 Projeto estrutural.	17
2.2.6 Seção transversal, posição do tabuleiro e forma que será realizado a execução.	17
3 SISTEMAS ESTRUTURAIS	19
3.1 TIPOS DE PONTES.....	19
3.1.1 Ponte em Laje.....	19
3.1.2 Pontes em Viga de Alma Cheia.	19
3.1.3 Pontes em Vigas Caixaõ.....	20
3.1.4 Treliçadas.	20
3.1.5 Pontes em Pórticos.....	21
3.1.6 Pontes em Arco.....	21
3.1.7 Ponte suspensa por cabos.....	22
3.2 TIPOS DE CARREGAMENTOS.	23
3.2.1 Ações Permanentes.....	23
3.2.2 Ações Variadas.....	24
3.2.3 Ações excepcionais.	24
4 PATOLOGIAS ESTRUTURAIS	25
4.1 FUNDAMENTOS DA PATOLOGIA.....	25

4.2	PRINCIPAIS FATORES QUE EXERCEM INFLUENCIA SOBRE AS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO.....	26
4.2.1	Qualidade dos materiais.	26
4.2.2	Relação água/cimento.	26
4.2.3	Meio Ambiente.	27
4.2.4	Ações.	27
4.2.5	Qualidade no processo da construção civil.	27
4.3	MECANISMOS DE MANIFESTAÇÕES E FORMAÇÃO DE PATOLOGIAS....	27
4.3.1	Fissuras.	27
4.3.2	Desagregação	28
4.3.3	Falha nas instalações de drenagem.....	28
4.3.4	Falha na pista de rolamento	28
4.3.5	Falhas na concretagem	29
4.3.6	Abrasão	29
4.3.7	Corrosão.....	29
4.4	MANUTENÇÃO E INSPEÇÃO DE PONTES.	30
4.4.1	Inspeção cadastral.	30
4.4.2	Inspeção rotineira.....	30
4.4.3	Inspeção especial.	30
4.4.4	Inspeção extraordinária.....	31
4.4.5	Inspeção intermediária.....	31
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32
	REFERÊNCIAS.....	33

1 INTRODUÇÃO

Todo projeto de concreto com a finalidade de transpor obstáculos e dar andamento de uma rodovia pavimentada e denominada ponte. Contudo, são ligados os pontos da construção de uma fundação, esses são os dados representados da infraestrutura, interligando entre si para formar deste uma mesoestrutura. Para realização de um cálculo estrutural de uma ponte ou viaduto, são analisados os pontos de carregamentos moveis, levando-se em consideração a ação de forças motriz. Desta forma, através desses números são inseridos em formulas, aonde acrescido de um coeficiente, denominado coeficiente de impacto, que tem a finalidade de aumentar o valor representativo para elaboração perfeita de um projeto.

Foram analisadas neste breve estudo as formas de construção das pontes, as energias utilizadas, bem como as vantagens de desvantagens em relação a substituição das pontes de madeira por pontes de concreto armado, desde o projeto até a construção final. Foram abordados também, os custos e impactos ao meio ambiente, fazendo-se um paralelo entre durabilidade, proporção e benefícios. Espera-se contribuir no aprimoramento de conhecimentos suficientes para elaboração de um projeto respeitando as normas vigente de concreto armado.

Justificando o contexto do trabalho, as pontes de concreto armado vêm sendo utilizadas em todo território nacional, inclusive em estradas não pavimentada, substituindo pontes de madeira dado à sua durabilidade e segurança, sendo utilizados o concreto e o aço atendendo sempre às normas do DNER e da ABNT, sendo que quaisquer outros tipos de materiais utilizados que não possuem normatização deverão ser levados para apreciação do DNER, durante a fase do anteprojeto. Neste contexto, busca-se o aprimoramento dos estudos sobre esse tipo de material que vem progressivamente tendo relevância para a população brasileira, sendo abordados também, os requisitos principais de uma ponte, tais como: funcionalidade, segurança, estética, economia e durabilidade. Para a execução de uma ponte de concreto armado, faz-se necessário ter o conhecimento de muitos dados que o manual de projeto de obras-de-arte especiais do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem – DNER (1996) classifica em dois grupos: Elementos de campo e elementos básicos de projeto. Tais elementos serão amplamente estudados no intuito de buscar sempre o aprimoramento dos estudos já publicados e que estão sendo executados nas obras atuais.

Essa pesquisa tem por objetivo geral a busca de quais as vantagens e desvantagens das construções de pontes de concreto armado. Buscou-se um estudo aprofundado sobre o assunto em questão e as substituições de pontes de madeira por pontes de concreto armado, demonstrando os elementos indispensáveis para a elaboração de um projeto de ponte e que devem estar disponíveis antes do início do projeto definitivo da estrutura, bem como aprimorar os estudos sobre tipos de concreto armado utilizados nas construções de pontes no Brasil.

Contudo, os objetivos específicos foram traçados a fim de atender o objetivo geral, realizando um levantamento das principais patologias estruturais existentes nas pontes de concreto armado, apresentando o que exige a elaboração de um projeto de ponte para que seja construída de forma segura e prevendo a manutenção necessária para contudo, chegar-se aos melhores tipos de materiais disponíveis no mercado fazendo-se uma conferição entre eles no intuito de apresentar os mais adequados.

Para alcançar os objetivos propostos deste trabalho foram realizados levantamentos de dados em teses já realizadas e revisões literárias, abordando os procedimentos, qualidades, vantagens, além de contar com bibliografias, artigos acadêmicos, pesquisas em sites, normas técnicas (ABNT), dados estatísticos de órgãos como APREN, entre outros.

A metodologia de pesquisa utilizada neste trabalho teve como base revisões literárias nas quais foram realizadas consultas a livros, obras, teses e normas regulamentadoras vigentes, estimando o melhor aproveitamento levando em conta qualidade, durabilidade e valor orçamentário. Tendo por primícias, análises de patologias existentes e suas gravidades, estimando a real complexidade de utilização desse sistema construtivo e uma fiscalização mais abrasiva.

1.1 O PROBLEMA

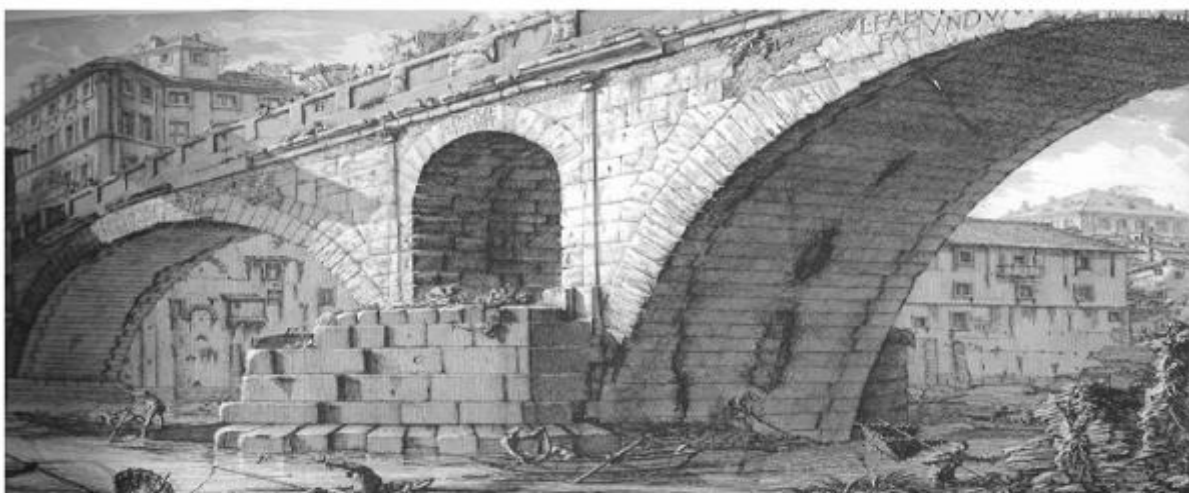
O problema desta pesquisa constituiu em identificar quais as vantagens e desvantagens das construções de pontes de concreto armado, pois será que é mais viável a utilização do concreto em relação à madeira?

2 CONSTRUÇÃO CIVIL

2.1 UM BREVE HISTÓRICO

Segundo Pinho (1999), as pioneiras estruturas denominadas como pontes surgiram com uma determinada simplicidades e utilizando para sua execução madeira e pedras. Sendo as autoras em Roma utilizando-se de procedimento os arcos. Contudo, as pontes de pedras na antiguidade que ainda são utilizadas são: Fabrício (62 a.C.), São Ângelo (134 d.C.) e Céstio (365 d.C.).

Figura 1 – Ponte Fabrício, em Roma.



Fonte: Site www.structurae.de

No período do Renascimento, surgiu um arquiteto chamado Palladio, o pioneiro com execução de estruturas com vãos com 30 metros, tipo treliças triangulares, utilizando-se para travessias de lagos e rios. Ao término do século XVIII, houve a transição na utilização do material de madeira para o material metálico. As primeiras utilizando ferro fundido, construídas pelo exército alemão, somente a primeira totalmente de ferro fundido, construída na Inglaterra em 1779, com um vão de 31 metros e um comprimento total de 59 metros, (PINHO, 1999).

Figura 2 – Ponte Severn

Fonte: Site www.structurae.de

As estruturas totalmente executadas com aço, surgiram as primeiras utilizando treliças construídas nos Estados Unidos em 1840, posteriormente na Inglaterra em 1845, na Alemanha em 1853 e na Rússia em 1857. Somente nos meados dos anos de 1850 e 1880, que surgiram no Brasil as primeiras estruturas de aço como pontes, (PINHO, 1999).

Contudo, somente no século XX, que houve o surgimento das primárias pontes de concreto armada. Sendo desenvolvidas com o método de tabuleiros em concreto armado e a base de sustentação em forma de arcos triarticulados utilizando concreto simples. Mas somente a partir de 1912, que as pontes foram construídas utilizando mesoestrutura, (PINHO, 1999).

Mas o marco para construção de pontes, iniciou-se em 1938, os métodos de construção passaram-se a utilizar concreto protendido, mas sua utilização mais abrasiva iniciou-se após a Segunda Guerra Mundial, se tornando a utilização do material com mais frequência, (PINHO 1999).

2.2 CLASSIFICAÇÕES DAS PONTES

Para que seja classificado a ponte, deve-se analisar inúmeros critérios, sendo que os mais importantes são o tipo de material da estrutura, seu comprimento, finalidade do tráfego, desenvolvimento planimétrico e altimétrico, projeto estrutural, ramo transversal, posição do tabuleiro e forma que será realizado a execução.

Deste pode-se apresentar os critérios de classificação das pontes, destacando também os termos técnicos desenvolvido na construção da ponte, (MARCHETTI, 2009).

2.2.1 Qual o tipo de material da estrutura.

A classificação da ponte segue um critério de material para construção da estrutura, sendo de: madeira, alvenaria, concreto simples, concreto armado, concreto protendido, aço ou mista.

Contudo, normalmente os projetos e execução das pontes, são realizados de concreto armado, (MARCHETTI, 2009).

2.2.2 Comprimento.

Devidos seus comprimentos distintos as pontes recebem suas denominações diferentes, podendo ser qualificadas em galerias (bueiros) - de 2 a 3 metros, pontilhões - de 3 a 10 metros e pontes - acima de 10 metros, (MARCHETTI, 2009).

Sendo essas denominações somente de importância para apresentação, não havendo importância nessas denominações para os critérios executivos e valores de indicação. Porém, existe uma divisão mais utilizada, que é o vão de até 30m, denominadas de pontes pequenas, vão de 30 a 80m, que denomina-se pontes de médios porte e vão acima de 80m que são pontes de grande porte, (MARCHETTI 2009).

2.2.3 Natureza do Tráfego.

Para associar ao tipo de porte, leva-se o critério do tráfego principal, através de estudos e dados estatísticos. A partir desta denominação pode-se classificar em:

- Rodoviárias;
- Ferroviárias;
- Passarelas (pontes para pedestres);
- Aeroviárias;
- Aquedutos;
- Mistos.

Sendo esta última destinada a tráfego de trânsitos distintos, como rodoferroviária, servindo continuamente uma rodovia e uma ferrovia, (MARCHETTI, 2009).

2.2.3 Desenvolvimento Planimétrico e Altimétrico.

Através do estudo e projeto dos traçados, as pontes de desenvolvimento planimétrico podem classificar em retas esconsas ou ortogonais e curvas.

As estruturas retas, seu nome já diz tudo, são projetadas com denominação de eixo reto. Em determinados casos em função do ângulo que se apresenta no eixo da ponte, esta ponte divide-se em ortogonais (ângulo igual à 90°), e esconsas (ângulo diferente à 90°).

Contudo, os projetos cujo os traçados são desenvolvidos pelo método altimétrico, classificam-se em retas horizontal ou em rampa e curvas tabuleiro convexo ou côncavo, (MARCHETTI, 2009).

2.2.5 Projeto estrutural.

Através do projeto estrutural da ponte, essas se classificam em:

- Ponte em viga;
- Ponte em pórtico;
- Ponte em arco;
- Ponte pênsil;
- Ponte estaiada.

Esses tipos de estruturas apresentam-se subdivisões, devido a função dos tipos de vinculação dos elementos, (MARCHETTI, 2009).

2.2.6 Seção transversal, posição do tabuleiro e forma que será realizado a execução.

Através do projeto de seção transversal das pontes, podem ser classificadas em ponte de laje: Maciça ou vazada e ponte de viga: Seção T ou seção celular.

Contudo, ainda existe um preceito de ponte de viga, formado por treliça. No entanto, esse método é pouco construído em concreto. Sendo assim, ponte em viga

referindo-se ao processo estrutural, qualquer que seja a ramo transversal, e ponte de viga refere-se à seção transversal em viga, independente do sistema estrutural da superestrutura.

Para a classificação do tabuleiro as pontes se classificam em ponte com tabuleiro superior, ponte com tabuleiro intermediário e ponte com tabuleiro inferior.

Sendo que as pontes com tabuleiro superior se adotam a denominação de pontes com tabuleiro normal, e as pontes com tabuleiro intermediário e inferior são denominados de pontes com tabuleiro rebaixado.

E para os processos de construção a serem apresentados referem-se às pontes de concreto. Assim, para classificar o método de edificação das pontes, são:

- Construção com concreto moldado no local;
- Construção com pré-moldados;
- Construção com balanços sucessivos;
- Construção com deslocamentos progressivos.

O método de construção com concreto moldado no local é também chamado tradicionalmente de execução de concreto armado, devido ao processo de construção no local, com a utilização de fôrmas apoiadas em cimbramento fixo.

O método de construção com elementos pré-moldados, consiste na utilização de vigas pré-moldadas por meio de dispositivo adequado. Contudo, esse método seguindo o processo executivo de concreto moldado, eliminando - ou reduzindo drasticamente - o cimbramento, (Marchetti,2009).

Em geral, esse sistema construtivo em balanços sucessivos é feito dos lados dos pilares, seguindo a fôrma pré-moldada. Também, neste caso, elimina-se - ou reduz-se drasticamente - o cimbramento, (Marchetti, 2009).

Os deslocamentos progressivos aplicam-se processos de execução da ponte em segmentos, na cabeceira da ponte, à medida que o concreto de cada segmento vai adquirindo a resistência adequada, a ponte é progressivamente deslocada para o local definitivo, também eliminando - ou reduzindo drasticamente - o cimbramento, (MARCHETTI,2009).

3 SISTEMAS ESTRUTURAIS

3.1 TIPOS DE PONTES.

3.1.1 Ponte em Laje.

Para Mason (1977), as estruturas construídas, não possuem qualquer vigamento de travamento, podendo simplesmente ser um sistema estrutura apoiado ou contínuo. Apresentando-se pontos vantajosos nesse tipo de construção, como mínima altura de suas execuções, excelente resistência à torção e métodos construtivos rápidos e visualmente uma boa estática. Contudo, esse tipo construtivo pode ser executado em loco ou pré-moldados, sendo seu detalhamento de armadura, de contornos e concretagem muito simples.

Existem dois métodos construtivos para esse modelo, sendo a de concreto armado ou concreto protendido, dependendo da dimensão mecânica da laje ou variação do vão. Contudo, dependendo dos vãos e o carregamento próprio ser muito alto, adota-se soluções de seção transversal, denominado de laje alveolada, aonde os espaços vazios são utilizados para utilização de canais ou perfilados retangulares ou plásticos para seu preenchimento (MASON, 1977).

Figura 3 – Ponte em laje.

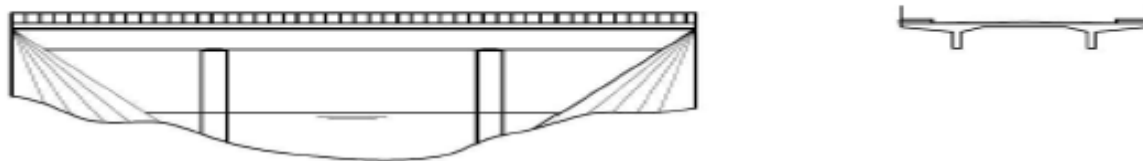


Fonte: Site www.structurae.de

3.1.2 Pontes em Viga de Alma Cheia.

Para Mason (1977), esses tipos de estruturas são construídos em um sistema de vigas para suportar o carregamento próprio e o tabuleiro. Com isso surgindo as definições para as vigas principais são de longarinas, e destinadas a aumentar o suporte da carga, mantendo-se rígida são denominadas de transversinas.

Figura 4 – Ponte em Viga de Alma Cheia.



Fonte: Site www.structurae.de

3.1.3 Pontes em Vigas Caixão.

Esses métodos construtivos são exemplificados pelo próprio nome, são construídas por mais de duas almas normalmente, e por mesa inferior e superior. Sendo estas pontes utilizando-se de vigas de alma cheia, deixando de lado a necessidade de utilização das transversinas intermediárias, devido a sua grande resistência a rigidez à torção no transpasso de cargas, Pinho (2007).

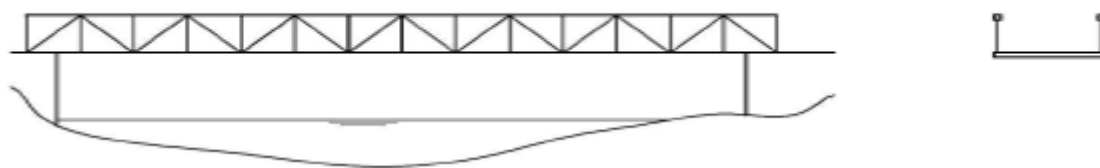
3.1.4 Trelaçadas.

Esse método construtivo é formado por conjunto geométrico triangular sendo retangulares e articulados entre si, sendo cuidadosamente projetadas em proporções normais, essa treliça tem determinadas particularidades, sendo:

a) Seu centro de gravidade são formados por elementos retos, sendo concorrentes nos nós ou juntas;

b) Essa estrutura treliçada é formada somente por nós.

Para Pinho (2007), essa estrutura treliçada em duas enormes vantagens sendo a inicial é que seus elementos estruturais somente trabalhem com cargas axiais, e a segunda é a utilização de alturas maior e com o peso do material menor e com diminuição da flecha. Contudo, existem desvantagens econômicas para esse método estrutural, devido ao custo de confecção, pintura e manutenção, sem levar em consideração a estética, Pinho (2007).

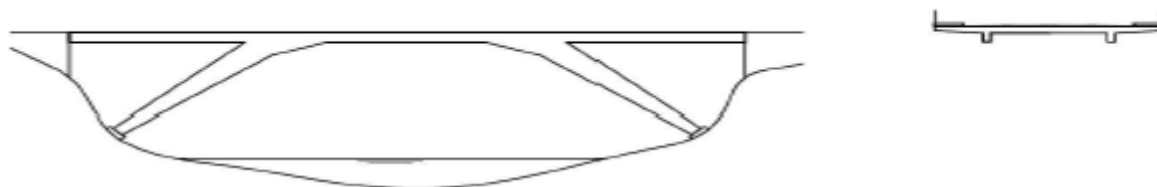
Figura 5 – Ponte em Treliça.

Fonte: Site www.structurae.de

3.1.5 Pontes em Pórticos.

Esse método construtivo não se faz necessário a utilização de apoio nas colunas e redução do tamanho de flambagem, devido a mesoestrutura se faz solicitação monoliticamente a superestrutura.

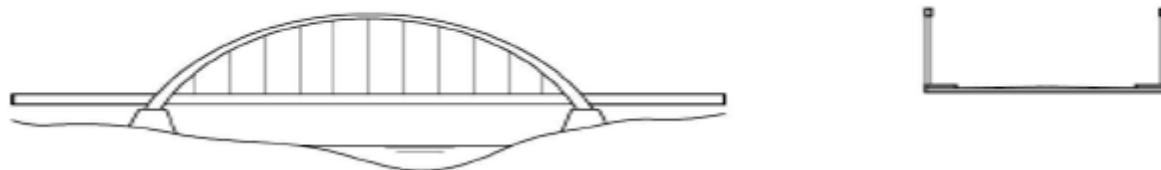
Contudo, em normal utiliza-se de pilares inclinados, fazendo-se necessário a utilização de pilares inclinados na fundação. Segundo Pinho (1999), essas colunas passaram por fadiga no carregamento sob si, com isso, e necessário uma avaliação minuciosa do tipo de terreno para suportar as cargas solicitadas.

Figura 6 – Ponte em Pórticos.

Fonte: Site www.structurae.de

3.1.6 Pontes em Arco.

Esse método construtivo e considerada a mais antigas dentre os historiadores, as pontes de arco construídas por Roma nos meados do ano 100 a.C. Contudo, devido a sua estrutura geométrica simples, usam-se concreto simples para construção de amplos vãos. Para tal, deve-se projetar os eixos do arco seguindo as linhas de pressão do peso próprio, desta forma, aumentando a obstinação a compressão do concreto Mattos (2001).

Figura 7 – Ponte de Arco.

Fonte: Site www.structurae.de

3.1.7 Ponte suspensa por cabos.

Para Matos (2001), esse método construtivo, os tabuleiros das pontes são consecutivos e são fixados por fios atirantados, denominados como pênseis ou estaiadas. Contudo, existem diferenças entre eles, nas estruturas de pênseis as ligações dos cabos são conectadas em dois maiores ligando-os a torre de sustentação. Utilizando-se da transferência de cargas pelas ancoragens trabalhando simplesmente pelo esforço de tração. A utilização dos cabos maiores tem-se seu sentido, são utilizados para sustentação e transferência de força de pressão para os alicerces. Ainda existindo os esforços do vento, fazendo-as grandes deslocamentos, com isso, sendo projetadas para suportar esse efeito de torção com amplo rigor para tornar mínimo este efeito.

Para as composições de estaiadas diferentemente dos pênseis, primeiramente nos forma de ancoramento dos cabos, sendo fixados diretamente na torre de sustento. Seu projeto estrutural baseia-se em vigamento, com grande suporte a torção, apoiando-se nos encontros dos nós e nas torres ancoradas no vão central para o sustentamento das vigas. Para Mattos (2001), os projetistas para esse tipo de pontes, devem-se se preocupar em calcular esbeltez, devido a transmissão de esforços do vento, contribuindo muito para esforços de flambagem. Sendo que surgiram na Alemanha em 1938, ficando a mais conhecidas a ponte Severin em Colônia, Alemanha construída em 1960, com um vão de 350 m (FIGURA 4).

Figura 8 – Ponte Suspensa.



Fonte: Site www.structurae.de

Figura 9 – Ponte Suspensa de Severn, Alemanha em 1960, com vão de 360m.



Fonte: Site www.structurae.de

3.2 TIPOS DE CARREGAMENTOS.

Conforme a NBR 8681, as estruturas denominadas pontes sofrem três tipos de carregamentos atuantes, sendo eles: constante, alteráveis e excêntricas. Para Mattos (2001), o importante não simplesmente o valor do carregamento, mas também seu ponto de atuação, especialmente nas pontes de concreto ou em vigas pré-fabricadas, devido aos calculistas considerarem as mudanças nas seções transversais para método de cálculo.

3.2.1 Ações Permanentes.

O nome já nos diz, são solicitações que atuam na estrutura permanentemente ou com uma mínima variação durante a existência benéfica da carcaça. Sendo essas

divididas como ações diretas, como o próprio peso da estrutura, e todos os elementos nela construídos, ou indiretas, como recalque do solo, patologias na estrutura, contração dos insumos existente na ponte, Mattos (2001).

3.2.2 Ações Variadas.

São diferentes solicitações apresentando-se variavelmente no caminhar dos anos da estrutura, sendo elas: força provenientes de frenagem, aceleração, vento, modificação de temperatura e carregamento móveis. Se forem consideradas nos projetos, essas ações são denominadas normais ou especiais, através de solicitações simétricas ou acidentais, intensa ou não, Mattos (2001).

3.2.3 Ações excepcionais.

Solicitações provenientes de duração curta, uma expectativa de calhar de poucas chances, podendo ser: acidentes de veículos, acidentes de embarcações danificarem os pilares, terremotos, etc. No Brasil, como no resto do mundo, verificam-se os insumos utilizados na construção das estruturas, utilizando-se de tecnologias modernas ficando por conta dos calculistas e projetistas essas diversidades de escolha.

Contudo, a ABNT, restringe em determinados procedimentos de cargas móveis para elaboração de projetos de pontes. Sendo que em 1982, criou-se a norma, desde então, sofrendo atualizações constantes (MATTOS, 2001).

4 PATOLOGIAS ESTRUTURAIS

4.2 FUNDAMENTOS DA PATOLOGIA.

O conhecimento das patologias no que se referem a ponte de cimento, engloba um geral do caso, informando as ocorrências, manifestações, profilaxia e a própria manutenção estrutural. Contudo, essa análise deve-se ter um critério principal e profunda fundamentação no que diz respeito a patologia, sendo avaliado a expectativa da vida estrutural e seu desempenho ao longo da vida estrutural, conforme Soriano (2004, p.2).

Para Heleno (1992), com a informação correta dos Dados, o profissional qualificado irei determinar a melhor maneira possível para sanar o problema, sendo quatro as mais utilizadas. Sendo que, na tabela 1 – Tratamento usuais das armações de cimento armado, irei exemplificar as formar mais possíveis de solucionar uma patologia.

Contudo, a decisão sempre será destinada primeiramente por um fator econômico, ou técnicos, abrangendo correlações ambientais e modo de execução do serviço. Mas, se a patologia não está explícita na tabela de análises, são necessárias medidas corretivas de caráter urgente, sendo até mesmo solicitado a interdição estrutural, para uma análise de sua vida útil.

Tabela 1 – Tratamento usuais das estruturas de concreto armado.

Tratamento	Características
Recuperação	Como recuperação, entendem-se os procedimentos, necessários para a restauração da capacidade resistente ou portante de uma estrutura. A recuperação, ainda pode ser entendida como uma intervenção que recondiciona a estrutura aos aspectos estéticos e de capacidade portante originais.
Restauração	Intervenção que restabelece somente as condições estéticas da estrutura.
Reforço	São as atividades promovidas para o aumento da resistência, ou capacidade portante da estrutura.
Limitação de utilização	Esta é a opção que deve ser escolhida quando a terapia de recuperação não se mostrar economicamente favorável. Também pode ser adotado no caso de não se optar por um reforço estrutural, limitando, portanto, a estrutura a determinadas condições que poderiam ser extrapoladas quando da utilização de um reforço.
Demolição	É a terapia extrema, que pode variar desde uma demolição parcial até completa da estrutura. É optada quando nenhuma das alternativas terapêuticas anteriores mostra-se viável.

Fonte: Site www.structurae.de

4.3 PRINCIPAIS FATORES QUE EXERCEM INFLUÊNCIA SOBRE AS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO.

4.3.1 Qualidade dos materiais.

Este item é definitivamente essencial, levando em consideração a qualidade dos produtos comerciais na edificação, utilizando-se de Dados técnicos e estabelecidos por norma, no que diz manuseio do produto e métodos de execução. Para este ponto, colocando a responsabilidade para tal controle de um profissional qualificado e experiente em engenharia, verificando e fazendo a aquisição do produto adequado na legislação, (SOUZA e RIPPER, 1998).

4.3.2 Relação água/cimento.

Para Souza e Ripper (1998), o significado de vida útil de uma armação está ligado com a durabilidade do concreto, sendo interligada com a resistência residual, contudo, a relação mais importante nesse caso é a água, sendo necessária e de extrema importância para hidratação do concreto, fazendo a reação dos produtos químicos, aumentando a resistência, compacidade, permeabilidade, capilaridade e o principal a resistência mecânica. Contudo, não deixando de lembrar a utilização excessiva de água na composição pode acarretar em poros vazios e capilaridades no

concreto, prejudicando a estabilidade das armações, devido a exposição do aço nela composta.

4.3.3 Meio Ambiente.

Para muitos leitores, esse é um dos principais causadores de exposição da estrutura. Dependendo do meio em que está sendo executado a ponte, seu entorno pode ser extremamente agressivo, impactando em uma patologia irreversível para vida útil da estrutura. Os pontos de maior incidência são as regiões litorâneas, posteriormente os grandes centros urbanos, devido a industrialização, poluição, resultando em efeitos de patologias aceleradas, conforme cita Silva (1995).

4.3.4 Ações.

Conforme o pensamento de Thomaz (1989), existem outros fatores que causam as patologias nas estruturas de cimento, sendo por sobrecarga ou outros fatores. Contudo, essa sobrecarga, muito provavelmente foi descrita no memorial de cálculo, mas devido à falta de controle e fiscalização no ato de execução das frentes de serviços, ocorreram falhas, acarretando em problemas patológicos.

4.3.5 Qualidade no processo da construção civil.

Segundo Souza e Ripper (1998), existem passos para execução de um elaborado trabalho, sendo os: a concepção ou planejamento, execução e manutenção. Todas com suas particularidades e procedimentos a serem adotados no decorrer das atividades de execução, sendo: desempenho, durabilidade, conformidade e reabilitação da estrutura.

4.4 MECANISMOS DE MANIFESTAÇÕES E FORMAÇÃO DE PATOLOGIAS.

4.4.1 Fissuras.

São múltiplas patologias inerentes na armação de concreto, e são aparentes como trincas, fissuras ou até mesmo corrosão; sendo que dentre elas, as trincas e

fissuras são as mais corriqueiras de serem visualizadas nas estruturas devido a fragilidade do concreto, pois não tem coeficiente de resistência à tração e que pode ocasionar no colapso repentino ou explosivo.

Entretanto, para C&novas, (1988), as fissuras são fatores decisivos para degradação das estruturas. Segundo (Souza et al, 1998), são muitas dessas devido a erro de projeto, dimensionada erradamente, ou por falta de detalhamento para orientação no momento de execução. Esses são os erros corriqueiros, que resultam no aparecimento de fissuras nas estruturas.

Através dessas fissuras, a estrutura tende a perder sua durabilidade e seu nível de segurança, comprometendo sua vida útil.

4.4.2 Desagregação

Para Laner (2001), a desagregação ocorre devido a separação do concreto com o aço, provocando em geral, a oxidação ou dilatação, este último devido ao aumento do volume do concreto devido a absorção da água, também ocorrendo pela abertura insuficiente das juntas de dilatação, acarretando em tensão não previstas em projeto.

4.4.3 Falha nas instalações de drenagem

Segundo Laner (2001), esse tipo de patologia são fatores que acarretam a degradação do concreto e sua armadura. Contudo, deve-se fazer projetos compatibilizados e detalhados, para que no momento das execuções dar uma atenção maior para os pontos críticos, não deixando acúmulo de água, como de apoio de vigas, nos caixões, nos encontros com tabuleiros, na pista de rolamento, nos equipamentos auxiliares, entre outros.

4.4.4 Falha na pista de rolamento

Essa patologia na execução de uma pista de rolamento das pontes geram um aumento de solicitações e, segundo manual do DNER (1980), acarretam os ressaltos, as depressões e os desníveis de juntas, impactando nos efeitos dinâmicos, com isso provocando deslocamento do tabuleiro devido à má condição do equipamento.

4.4.5 Falhas na concretagem

Para Bauer (1994), é o fator preocupante para os profissionais da área das construções, acarretando e inúmeras falhas estruturais posteriores, devido a segregação dos materiais no momento do lançamento e adensamento. Devido a esses motivos, houve-se a criação de procedimentos de concretagem, para minimizar falhas no lançamento do concreto, estiano prazo máximo de 1 hora para seu lançamento e uma altura no máximo de 2 metros.

4.4.6 Abrasão

Para Amorim (2010), é ocasionado devido à perda de desempenho mecânico, e atritos de inúmeros objetos e o concreto. Determinadas causas da deterioração é ocasionado pela perda de material da superfície de proteção.

4.4.7 Corrosão

Para Monteiro, (2008), essa patologia dar-se pela presença de água, facilmente penetra nas estruturas devido sua porosidade aumentando a taxa de deterioração, diminuindo a durabilidade de sua vida útil, devido ao desgaste de sua proteção mecânica (superfície), fissuras, temperaturas elevadas ou baixíssimas e também a efeito de elementos químicos.

Conforme Lima, (2005), um dos maiores agentes de destruição de uma armadura é a água salgada, devido sua composição química e também biológica. Dentre as patologias das estruturas em ambiente marítimo, devido estar diretamente em um ambiente úmido devido a preocupa com a corrosão das armaduras, afetando a durabilidade da estrutura e acarretando altos custos para manutenção.

Contudo, a parte afetada pela oxidação tem uma expansão da estrutura em 8 vezes, com isso forçando a retirada do concreto da superfície, permitindo a armadura fique totalmente desvendada à ação agressiva do meio. Esse fenômeno acarretando continuamente faz a destruição total da armadura.

Contudo, deve-se atentar a um concreto de excelente qualidade, devido a ótima resistência ao meio ambiente agressivo, mesmo assim sofrendo danos. Porém, um concreto de péssima qualidade, estará sujeito a enormes agressões dos agentes

ambientais. Para Vitório, (2003), as pontes são as que mais sofrem dessa patologia, devido às chuvas corriqueiras que podem atacar o concreto, pela possível infiltração e acúmulo de água ao longo do tempo, por não possuir pingadeiras e da deficiência das juntas e da drenagem do tabuleiro.

4.5 MANUTENÇÃO E INSPEÇÃO DE PONTES.

4.5.1 Inspeção cadastral.

Esse procedimento é inicializado após a inauguração da construção, sendo levado para análise os Dados de projeto, memorial de cálculo, diário de obra, e atas de reuniões, tudo para comprovação do andamento das fases de execução da estrutura. Contudo, as inspeções realizadas no decorrer de uma modificação estrutural, alargamento, reforço, também é considerado como inspeção cadastral, Segundo Manual de Inspeção de Pontes (DNIT 2004).

4.5.2 Inspeção rotineira.

Para o DNIT (2004), esses procedimentos são realizados em dois e dois anos, destinada para verificação de anomalias nas armaduras de cimento, quaisquer que sejam, mas basicamente visual, uma leitura do ambiente e da carcaça, verificação de relatórios fotográficos para comparação, não havendo necessidade de equipamentos para esse tipo de análise.

4.5.3 Inspeção especial.

Esse procedimento é adotado nos intervalos de no máximo de cinco em cinco anos, estudos normalmente em grandes estruturas, e nas de comportamento já considerado alterado anteriormente. Contudo, antes dos prazos previstos, podendo haver alteração na estrutura, pode agendar uma vistoria rotineira. Sendo essa inspeção minuciosa atentando em todos os detalhes na estrutura e verificação dos relatórios fotográficos e diário de obras (DNIT, 2004).

4.5.4 Inspeção extraordinária.

Segundo DNIT (2004), caso haja um abalo na armadura, algo não programado, deve fazer uma minuciosa verificação nos itens da estrutura, verificando fotos, relatórios, diários de obras, pois algo que não houve programação ou humana ou ambiental.

4.5.5 Inspeção intermediária.

Essa última verificação, são análises de problemas de qualquer suspeita, como abalo na fundação, uma erosão nas proximidades da estrutura, determinado ponto crítico na estrutura que possa abalar a vida útil estrutural Segundo Manual de Inspeção de Pontes (DNIT 2004).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verificou-se que para uma estruturação de um projeto deve-se ser constituído em base solidas, buscando um conjugado de profissionais qualificados em múltiplos seguimentos, buscando juntos um ponto em comum, análise de interferências envolvendo o funcional, financeiro, aparência e ambiental. Uma análise estrutural no início de qualquer projeto, impacta diretamente na vida útil da estrutura, são pontos vitais de análise para verificação de patologias que possam ocorrer ao longo do tempo.

Contudo, no que diz respeito durabilidade, verifica-se as patologias que iram afetar a estrutura drasticamente, devido não verificação dos pontos críticos na elaboração do projeto, isso pode acarretar em um grave problema para vida útil da estrutura, senão solucionada rapidamente, o problema pode trazer mais patologias diferentes, mas com um ritmo acelerado. Portanto, é necessário que a elaboração do projeto estrutural tenha o máximo de atenção, também na fiscalização e controles tecnológicos, reduzindo assim ao máximo futuras intervenções.

Com o estudo aplicado no trabalho presente, observou-se que não há uma estrutura de concreto armado que está livre de surgimento de patologias, mesmo as de rigoroso controle tecnológico, como foi visto, devido ao meio ambiente que as estruturas são executadas. Contudo, verificou-se a importância de uma fiscalização e manutenção mais abrangente e rigorosas nas construções, verificando-se ainda que a maiorias dessas construções já houve uma manutenção ou reforço estrutural, observando os estados visuais de segregação, oxidações, fissuras, infiltrações e concreto deslocados.

Concluindo-se que a melhor solução para possíveis patologias, é a prevenção. Não somente no controle dos cálculos, ou qualidade dos serviços executados, mas sim de uma criação de procedimentos ou programa de manutenção estrutural. Sendo de vital importância para qualquer estrutura construída de concreto armado, com fácil acesso a mensurar as patologias em geral e fazer uma análise de redução financeira para o tratamento. Contudo, minimizando o surgimento de patologias e surgimento de procedimentos para controle de qualidade das estruturas.

REFERÊNCIAS

- ABNT, NBR 7188 – Carga móvel em ponte rodoviária e passarela de pedestre, **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. Rio de Janeiro, 1982
- ABNT, NBR 7187 – Projeto de pontes de concreto armado e de concreto protendido – **Procedimento, Associação Brasileira de Normas Técnicas**, Rio de Janeiro, 2003 – Capítulo 2.
- AMORIM, Anderson Anacleto. **Durabilidade das Estruturas de Concreto Aparente**. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2010 – Capítulo 3.
- ANDRADE, Jairo José de Oliveira. **Durabilidade das Estruturas de Concreto Armado: Análise das Manifestações Patológicas nas Estruturas no Estado de Pernambuco**. Porto Alegre, 1997 – Capítulo 3.
- ANDRADE, Carmen. **Manual para diagnóstico de obras deterioradas por corrosão de armaduras**. Tradução e adaptação de Antônio Carmona e Paulo Helene. São Paulo: Pini, 1992 - Capítulo 3.
- BAUER, Falcão. **Materiais de Construção 1. Livros Técnicos e Científicos**. São Paulo, 1994. 435 p. – Capítulo 3.
- CÁNOVAS, Manoel Fernández. **Patologia e terapia do concreto armado**. São Paulo: Pini, 1988 – Capítulo 3.
- CARMONA, Antônio Filho. **Curso Prático de Diagnóstico, Reparo, Reforço e Proteção de Edificações em Concreto**. São Paulo: Abece, 2005- Capítulo 3.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM, DNER. **Manual de Inspeção Rodoviária, MT – Instituto de pesquisas rodoviárias**. Rio de Janeiro, 1980 – Capítulo 3.
- ISAIA, Geraldo Cechella. **Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações**. São Paulo: Ibracon, 2005. V1. Cap. 24, p. 713-752 – Capítulo 3.
- MARCHETTI, Osvaldemar; **Pontes de Concreto Armado**, 1ª ed. São Paulo, 2009.
- VITÓRIO, José Afonso P.; BARROS, Rui Manoel Meneses Carneiro. **Recuperação, Alargamento e Reforço Estrutural de Pontes Rodoviárias no Brasil, Anais do 6º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia, Moçambique, 2011** – Capítulo 3.
- VITÓRIO, José Afonso P., **A. Pontes Rodoviárias. Fundamentos, Conservação e Gestão, CREA-PE, 2002** – Capítulo 3.
- Manual de projeto de obras-de-arte especiais, DNIT**, Rio de Janeiro, 1996 – Capítulo 2.

PINHO, Fernando Ottoboni; BELLEI, Ildony Hélio, **Pontes e viadutos em vigas mistas, 1ª ed. Rio de Janeiro, IBS/CBCA, 2007**

PINHO, Mauro Ottoboni, **Transporte e montagem, 1ª ed., Rio de Janeiro, IBS/CBCA, 2005** – Capítulo 1.