

Avaliação de empreendimento sob a ótica da vida útil e vida econômica: um estudo de caso sobre a modernização do Porto Novo do Rio Grande – RS

**Flávia Costa de Mattos¹, Cláudio Rodrigues Dias², André Tavares
Guimarães³**

¹Mestranda do Curso de Pós-graduação em Engenharia Oceânica, Fundação Universidade Federal do Rio Grande - FURG, Rio Grande, RS.

e-mail: fcmattos@vetorial.net

²Professor da Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Departamento de Materiais e Construção – DMC/FURG, Brasil.

e.mail: cláudio@dmc.furg.br

³Professor da Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Departamento de Materiais e Construção – DMC/FURG, Brasil.

e.mail: atgc@vetorial.net

RESUMO: Visando à determinação da importância do estado de conservação, manutenção e modernização de obras civis para a obtenção de seu valor, estima-se que o maior percentual deste encontra-se alicerçado no potencial de funcionamento, ou seja, vida econômica e vida útil das estruturas de concreto armado. Tendo em vista a influência da distância em relação a água do mar como um fator preponderante na durabilidade de uma estrutura, as obras de concreto armado localizadas em ambientes marítimos estão sujeitas a elevados níveis de ataque de agentes agressivos, determinando, desta forma, comprometimento da vida útil que pode implicar em limitações de uso e, conseqüentemente, na produção de renda. Assim, deve-se avaliar se as providências a serem tomadas para a recuperação de uma estrutura são viáveis ou não, tendo-se como referência sua vida útil e vida econômica.

PALAVRAS-CHAVE: Durabilidade do concreto. Vida útil. Vida econômica. Modernização.

1. INTRODUÇÃO

Visando à determinação da importância do estado de conservação, manutenção e modernização de obras civis para a obtenção de seu valor, estima-se que o maior percentual deste encontra-se alicerçado no potencial de funcionamento, ou seja, vida econômica e vida útil das estruturas de concreto armado.

O estudo das patologias e vida útil destas estruturas tem sido largamente pesquisado e estudado, visando ao melhor entendimento e, conseqüentemente, à prevenção do processo de deterioração deste tipo de obras.

A extensão da costa brasileira, de 7.048 km, banhada pelo Oceano Atlântico, deve ser considerada razão suficiente para justificar o estudo da adequabilidade e durabilidade das construções da orla marítima.

Segundo Guimarães [11], os principais agentes encontrados em ambientes marítimos e industriais, que normalmente são causa de ataque ao concreto armado, são o gás carbônico, os íons sulfato, os íons cloreto, as chuvas ácidas, a fuligem, os fungos e bactérias.

Muitas vezes esses ambientes marítimos, industriais e densamente urbanizados podem estar combinados, aumentando o nível de agressividade.

As estruturas de concreto não são todas iguais, apresentando, assim, características que além da concepção estrutural, determinam resistência, durabilidade e, conseqüentemente, vida útil diferenciada.

Desta forma, ao final da vida útil de uma estrutura, quer por razões estruturais, quer por razões de ordem funcional, a decisão de modernizá-la, adaptá-la às novas tecnologias e demandas comerciais, ou a inteira substituição por outra estrutura nova deve, obrigatoriamente, ser orientada por estudos de viabilidade técnico-econômica que possam, nesses termos, traçar cenários futuros que delimitem o novo período de utilização.

Com relação à vida econômica de um bem, esta deve ser equivalente ao período financeiro economicamente ativo, ou seja, aquele em que os valores futuros, descontados ao presente, têm significado monetário, ref. [18].

Como exemplo de um cenário paradigma, buscou-se o estudo de caso referente ao Porto Novo do Rio Grande, que sofreu obras de modernização em dois berços, totalizando 450 m de cais, em face da obsolescência de sua estrutura física e da dragagem do canal de acesso, que quando assoreado, impede a atracação de navios de maior porte e tecnologia.

2. FIXAÇÃO DE CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DA ESTIMATIVA DE VIDA ÚTIL DE ESTRUTURAS DE CONCRETO

Segundo o conceito de durabilidade apresentado pelo Comité Euro-International Du Béton – CEB – BI 183 [7], uma estrutura de concreto deve ser projetada, construída e operada de tal forma que, sob condições ambientais esperadas, mantenha sua segurança, funcionalidade e aparência aceitável durante um período de tempo implícito ou explícito, sem a necessidade de elevados custos de manutenção e reparo.

A NBR 6118/2003 [5], no item 6.1, menciona as exigências de durabilidade da seguinte forma:

As estruturas de concreto devem ser projetadas e construídas de modo que sob as condições ambientais previstas na época do projeto e quando utilizadas conforme preconizado em projeto conservem suas segurança, estabilidade e aptidão em serviço durante o período correspondente à sua vida útil.

Para Jairo Andrade [2], a previsão da vida útil das estruturas está sendo objeto de investigação devido aos seguintes fatores:

- aumento do emprego do concreto em ambientes agressivos (pontes e estruturas *off-shore*);
- elevado custo de construção e manutenção das estruturas;
- desenvolvimento contínuo de concreto com características diferenciadas.

O concreto armado, por possuir características mecânicas amplas, tem durabilidade adequada para a maioria das suas aplicações, resultado do duplo efeito do concreto sobre o aço. Primeiro pelo cobrimento, que é uma barreira física, e segundo, pela alta alcalinidade do concreto, que exerce sobre o aço uma camada passivada, mantendo-o inalterado por longo período, se atendidos estes dois pressupostos, ref.[1].

Tendo a durabilidade do concreto papel primordial na especificação da vida útil de uma estrutura, é fator determinante o estudo dos principais agentes agressores que se encontram, principalmente, no ambiente marítimo, como cloretos de sódio e de magnésio, além de sulfatos, tanto nas gotículas de água em suspensão como em forma de cristais.

Não obstante a ação química da água do mar tem-se ainda a agressão por congelamento, impacto e abrasão das ondas.

A água do mar possui cloretos e sulfatos, os quais estão ligados tanto a álcalis como a íons de magnésio, e absorve também o anidrido carbônico da atmosfera.

Assim, temos que a corrosão das armaduras nesse ambiente é de 30 a 40 vezes maior que em ambiente rural. Cumpre destacar que a ordem de crescimento da concentração de cloretos junto à superfície de concreto é bem mais elevada na zona sujeita a respingos (*splash zone*) do que em zona totalmente submersa, da seguinte forma, ref.[11]:

- zona submersa
- zona de névoa
- zona de variação de maré
- zona de respingo

O concreto também pode ser atacado sem estar em contato com a água do mar, pois o ar do ambiente marítimo possui sais que podem penetrar na pasta de cimento, sendo esse ataque mais intenso no inverno e outono, devido à alta umidade relativa do ar nessas estações do ano e maior teor de sais, ref. [11].

A deterioração repercute no tempo de vida útil e, conseqüentemente, no valor do bem que se pretende avaliar.

Essencialmente, são duas as causas que podem dar lugar à destruição da camada passivante do aço, ref.[1]:

- a presença de cloretos em quantidade suficiente, ou outros íons despassivantes em contato com a armadura;
- a diminuição da alcalinidade do concreto por reação com substâncias ácidas do meio.

Os cloretos podem já estar presentes no concreto quando da adição de seus componentes ou penetram no concreto através da rede de poros, quando em ambientes com presença de névoa salina, provocando uma corrosão do tipo localizada.

Quando a incorporação ocorre durante a mistura, o teor de cloretos é homogêneo em toda a estrutura, e quando a contaminação ocorre por deposição de sais na superfície do concreto, há uma contínua penetração destes sais, a partir da superfície, formando um perfil de cloretos com maior concentração próximo à superfície e menor com aumento da profundidade.

A velocidade de penetração depende principalmente da distribuição dos poros e da umidade interna, ref. [13].

O desempenho do concreto está relacionado com a alcalinidade mínima para garantir a proteção da armadura na região do seu cobrimento.

Quanto à carbonatação, apesar desta não influenciar no desempenho mecânico, o concreto só pode estar protegido, em termos de durabilidade, se, em um tempo estipulado em projeto e sob ação agressiva do CO_2 , no ambiente onde está localizada a estrutura, a alcalinidade do concreto for ainda capaz de proteger a armadura, ref. [3].

Segundo Nunes et al. [15], em estudo realizado em obras situadas próximo ao mar, o teor de cloreto máximo próximo a superfície do concreto diminui em relação à massa de cimento com o aumento da distância em relação ao mar, conforme figura 1.

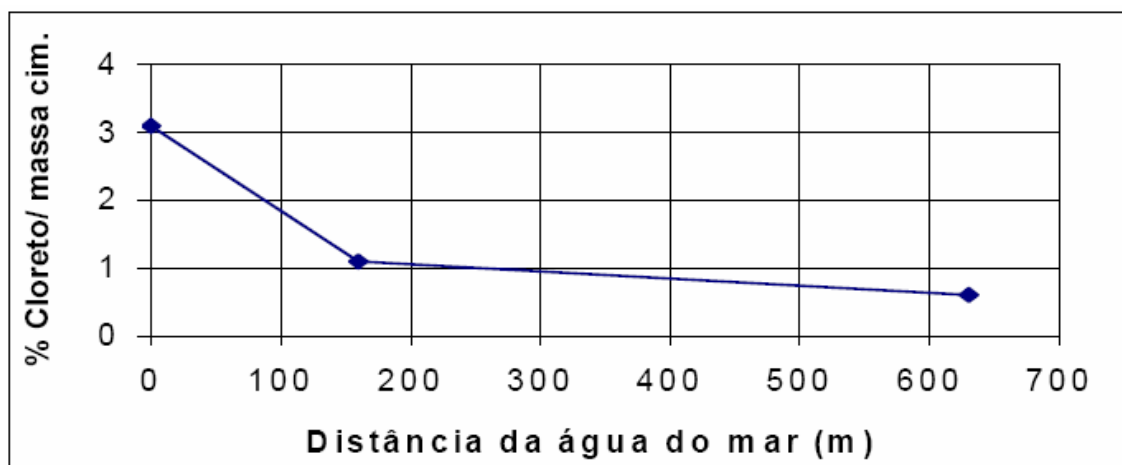


Figura 1. Variação do teor de cloreto com a distância da água do mar, ref. [15].

Em todos os agentes de ataques, a qualidade da composição do concreto se revela como fator determinante na intensidade do ataque, aliado à cura adequada e ao tipo de cimento utilizado, da seguinte forma:

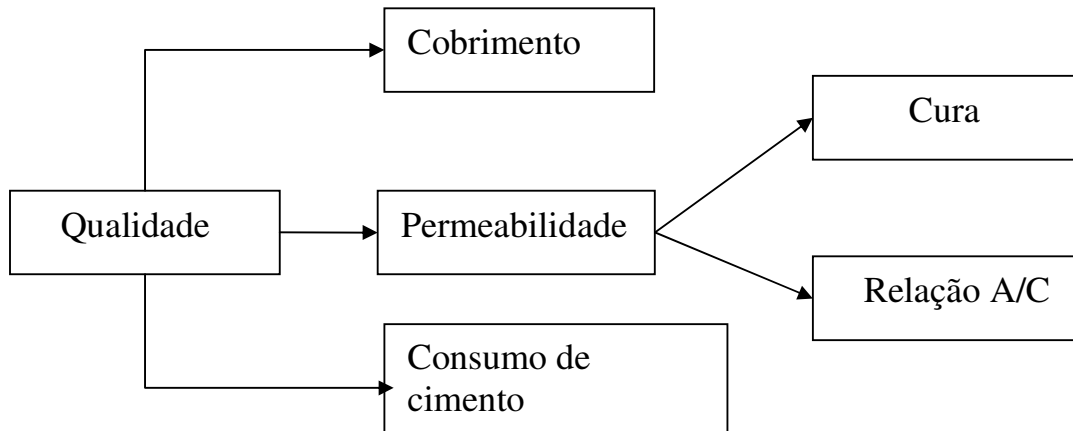


Figura 2. Esquema de variação do teor de cloretos em função da qualidade do concreto e a umidade do ambiente, ref. [1]

Todos os fatores acima mencionados dizem respeito à durabilidade e prováveis custos envolvidos com a recuperação de estruturas deterioradas pela corrosão da armadura.

Assim, não se pode deixar de mencionar a “lei dos cinco” (SITTER apud TIBERIO ANDRADE [3]), que mostra a importância da qualidade nas etapas de projeto e construção, bem como da manutenção preventiva. Segundo o autor, os custos de recuperação crescem numa razão geométrica de ordem cinco (1, 5, 25 e 125), significando que se gastaria 125 vezes mais em uma intervenção, na fase mais avançada de corrosão, do que se medidas simples tivessem sido adotadas no início do processo corrosivo, da seguinte forma:

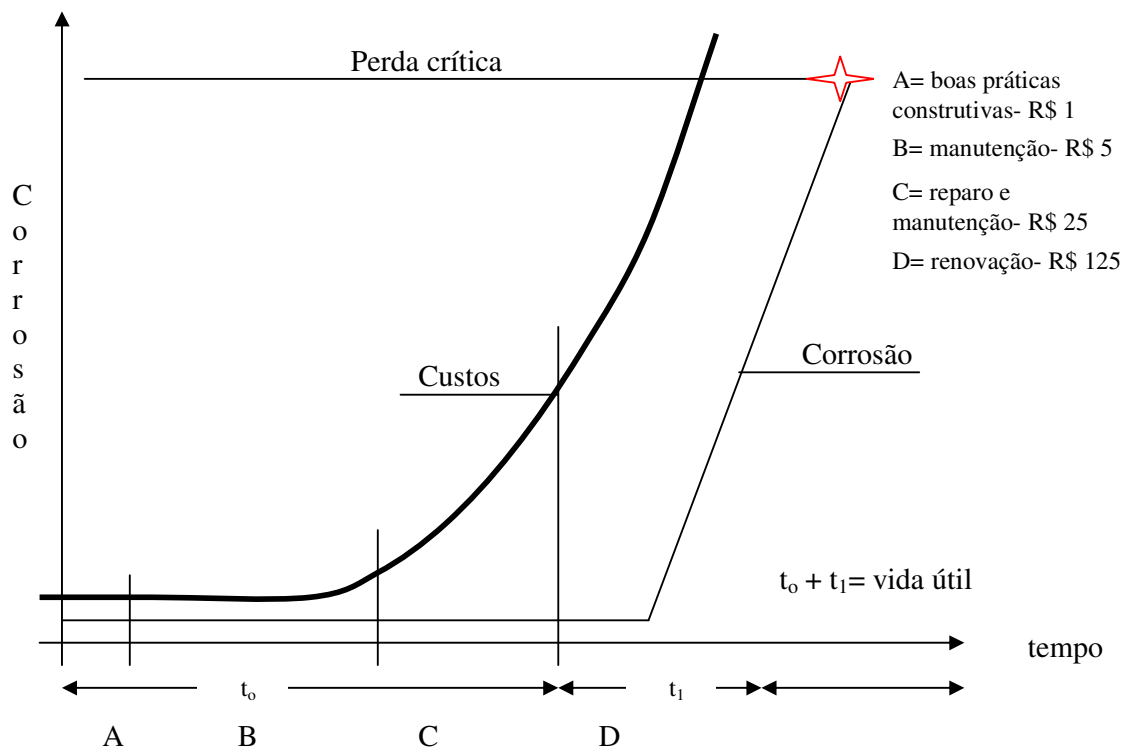


Figura 3. Gráfico da Lei dos Cinco

Segundo Helene [12], o período de iniciação é o tempo que leva até a despassivação da armadura e corresponde à vida útil de projeto, equivalente ao período de tempo necessário para a frente de carbonatação ou de cloretos atingir a armadura. Quanto à vida útil de serviço, é determinada de acordo com os tipos de patologias detectadas em cada tipo de construção.

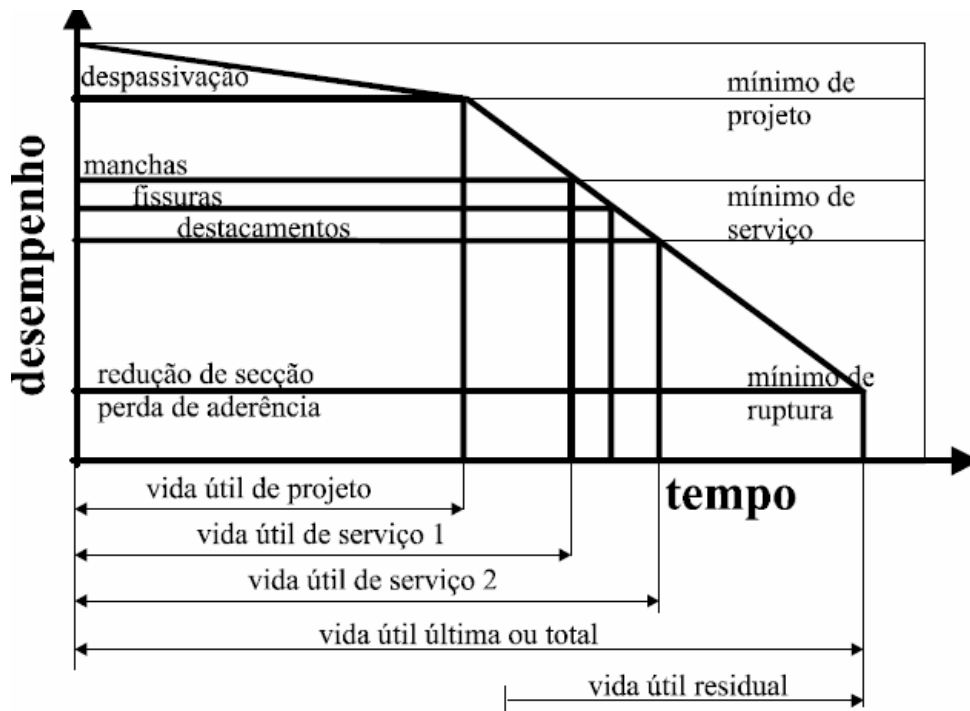


Figura 4. Vida útil tendo por base o fenômeno de corrosão das armaduras em estruturas de concreto, ref. [12].

Dessa forma, observa-se que o desempenho de uma estrutura é decrescente com a idade, acarretando necessariamente intervenções no sentido de promover estabilidade estrutural e aumento de vida produtiva.

A especificação da vida útil de uma estrutura pode ser obtida levando-se em consideração os dois principais agentes de ataque. Tanto pode o projetista estimar a vida útil pretendida para a estrutura quando nova, como utilizá-los para a determinação da vida residual, quando a estrutura já estiver comprometida por um desses dois agentes.

De acordo com Jairo Andrade [2], também se pode adotar o modelo que representa a penetração frente a cloretos no concreto, admitindo que o teor crítico para a despassivação corresponde a 0,4 % de cloretos em relação à massa de cimento.

3. FIXAÇÃO DE CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DE VIDA ECONÔMICA DO EMPREENDIMENTO

Segundo Moreira [14], a vida útil corresponde ao intervalo de tempo contado da data da instalação ou da colocação em serviço até o momento em que o serviço prestado pelo bem deixa de ser economicamente interessante.

A vida remanescente é o período contado desde a data da observação (inspeção) até a data do esgotamento de vida econômica, podendo-se chamar de expectativa de vida. Assim, a vida útil corresponde ao somatório da idade com a vida remanescente.

Tendo-se que as despesas de manutenção aumentam com a idade de uma construção e as receitas começam a diminuir, eventualmente as despesas se igualarão ou se tornarão superiores às receitas, determinando desta forma o fim da vida econômica destas estruturas, e neste ponto a receita líquida será zero, conforme a figura 5 (MOREIRA, 2001).

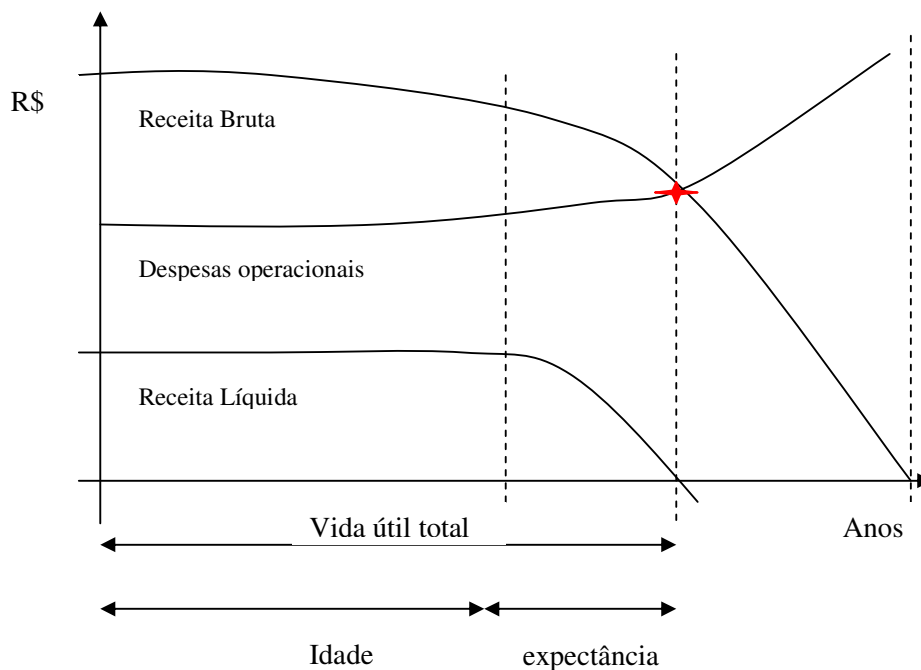


Figura 5. Receitas e despesas x idade

Não é relevante para a determinação da depreciação o fato de a idade de um bem imóvel ultrapassar a vida econômica prevista, visto que esta leva em conta a compatibilidade da receita produzida com as despesas necessárias à manutenção do imóvel em condições de produzir renda.

Moreira [14] também relaciona que a boa manutenção e a remodelação de uma propriedade podem prolongar sua vida, mas estas atitudes fazem aumentar a renda bruta e, conseqüentemente, também as despesas, de forma que a renda líquida não aumenta proporcionalmente.

Segundo Casarotto Filho e Kopittke [6], a tomada de decisão na realização de um investimento deve estar alicerçada na análise criteriosa das seguintes considerações:

- critérios econômicos: rentabilidade de investimento;
- critérios financeiros: disponibilidade de recursos;
- critérios imponderáveis: fatores não conversíveis em dinheiro.

A consideração sobre a possibilidade de decidir decorre da existência de alternativas, em que a deseabilidade de uma alternativa é decorrente das perspectivas imaginadas ou projetadas para o futuro, tendo-se que: o passado se observa e se audita; o presente se vive; o futuro se projeta e avalia, ref. [10].

Três são os métodos básicos da análise de investimento, ref. [6]:

1) Método do Valor Anual: consiste em achar a série anual, equivalente ao fluxo de caixa dos investimentos à Taxa Mínima de Atratividade (TMA), ou seja, determina-se a série uniforme equivalente a todos os custos e receitas para cada projeto utilizando a TMA.

2) Método do Valor Presente: semelhante ao anterior; porém, em vez de distribuir o investimento inicial durante a sua vida, deve-se calcular o Valor Presente dos demais termos do fluxo de caixa para somá-los ao investimento inicial de cada alternativa. Escolhe-se a alternativa que apresenta melhor Valor Presente.

3) Método da Taxa Interna de Retorno: requer o cálculo da taxa que zera o valor presente dos fluxos de caixa das alternativas. Os investimentos com TIR (Taxa Interna de Retorno) maior que a TMA (Taxa Mínima de Atratividade) são considerados rentáveis e passíveis de análise.

Pode-se verificar que, em qualquer análise que se faça, é de grande importância a identificação da vida do projeto, ou seja, períodos do fluxo de caixa, que devem estar associados à vida útil, de projeto ou residual da estrutura física analisada.

Desta forma, para uma idade i , tem-se o valor do bem, levando em consideração os retornos operacionais anuais, bem como a vida útil estimada para o bem.

A partir desta análise, pode-se proceder a avaliações do bem em diversas idades, por exemplo, no final da vida útil de projeto, vida útil de serviço ou vida residual, identificando assim os diversos cenários ao longo do tempo, auxiliando na determinação da idade provável em que a aplicação de recursos pode ser inviável sob a ótica de retorno financeiro, procedendo-se à comparação da Taxa Mínima de Atratividade (TMA) com a Taxa Interna de Retorno (TIR).

4. ESTUDO DE CASO FUNDADO NO PARADÍGMA DAS OBRAS DE MODERNIZAÇÃO DO PORTO NOVO DO RIO GRANDE

4.1. Histórico do Porto do Rio Grande

Em 19 de fevereiro de 1737, de acordo com decisão de Portugal em demarcar o limite sul de suas terras no Brasil, o Brigadeiro José da Silva Paes desembarcou na região para fundar a primeira povoação portuguesa oficial no Sul. Era um grande atrativo um canal que poderia se tornar um grande porto, sendo este o único acesso para navios na costa sul, ref. [16].

A entrada era difícil, quase impossível nos meses de inverno, mas, vencida a barra, chegava-se a uma lagoa interligada a uma rede de rios, que permitia o acesso a grande parte das terras da Coroa Portuguesa.

A expedição de Silva Paes fundou o primeiro povoado oficial no Brasil meridional, dando início ao que atualmente é a cidade do Rio Grande.

A dragagem do canal e construção do Porto, hoje Porto Velho, ocorreu em 1823, tornando a então Vila do Rio Grande de São Pedro no principal centro comercial do território rio-grandense. O Porto Velho foi um marco significativo no desenvolvimento histórico-social-econômico da cidade, ref. [9].

As dificuldades impostas pelo mar para transpor a barra, que culminavam em muitos naufrágios, motivou o Governo Imperial a criar a Inspeção da Praticagem da Barra, para providenciar melhorias na segurança da navegação, o que ocorreu em 1846.

Mesmo assim, a contínua agitação das águas na entrada da barra e a baixa profundidade do canal, em torno de 3,6 m (12 pés) tornavam a transposição da barra muito perigosa.

Desta forma, após estudos, em 1875 Sir John Hawkshaw propõe a construção de dois quebra-mares partindo do litoral para o oceano. Em 1883, o engenheiro Honório Bicalho sugeriu a construção de dois molhes, projeto este alterado pelo engenheiro holandês Pieter Caland, para a construção de dois molhes convergentes.

Em 1908, constituiu-se em Paris a “Compagnie Française du Port du Rio Grande do Sul”. Dois anos depois, sob a responsabilidade do engenheiro Elmer Lawrence Cortheill, iniciam-se as obras de construção dos molhes, com aprofundamento do canal para 10m, e a construção do Porto Novo.

Assim, a história da vida física e econômica do Porto Novo da cidade do Rio Grande começou em 1º de março de 1915, aproximadamente às 17h30min, quando o navio-escola “Benjamin Constant”, da Armada nacional, com calado de 6,35m, transpôs a Barra. Por volta das 18h30min atracou no cais do Porto Novo do Rio Grande, em meio a solenidades festivas. Em 15 de novembro de 1915 foi inaugurado o primeiro trecho de cais do Porto Novo, numa extensão de 500 metros, com calado correspondente a 6,5m, ref. [17].

A estrutura é de cais de gravidade, com a seguinte constituição:

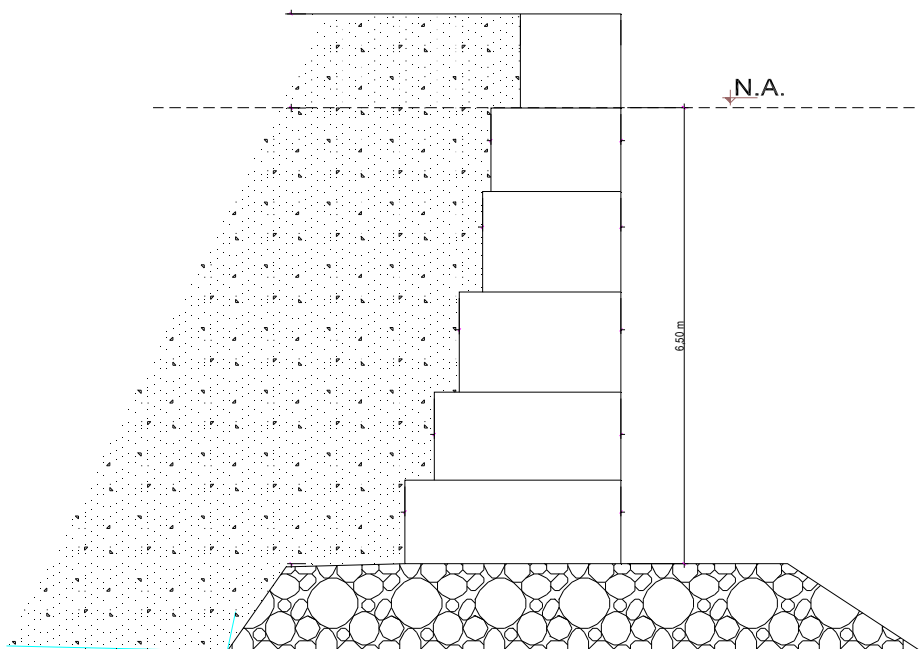


Figura 6. Simulação da estrutura do cais de gravidade

No ano de 1961, o Departamento Nacional de Portos e Vias Navegáveis realizou uma dragagem, passando o canal para 12m.

Em 1970, com a dragagem do canal de acesso da Barra para navios calando até 40 pés e incorporação da área de expansão (Superporto), abriram-se amplas perspectivas de crescimento e desenvolvimento do porto do Rio Grande (figura 7).

Nove anos depois, a Portobrás solicitou ao Instituto Nacional de Pesquisas Hidráulicas a realização de um estudo para a restauração do molhe leste da barra, que se apresentava bastante comprometido devido ao deslocamento de pedras pelas fortes ondas, o que representava risco de obstrução para o canal de acesso ao porto.

Em junho de 1995 foram iniciadas as obras de recuperação dos molhes, que restaram concluídas em 1999.

No ano de 2001 foi concluída a dragagem de manutenção do calado do canal de acesso, que já apresentava certo assoreamento, voltando este a ter 40 pés.

Atualmente, encontra-se em estudo a ampliação dos molhes e nova dragagem do canal de acesso ao porto, visando à obtenção de um calado equivalente a 60 pés.

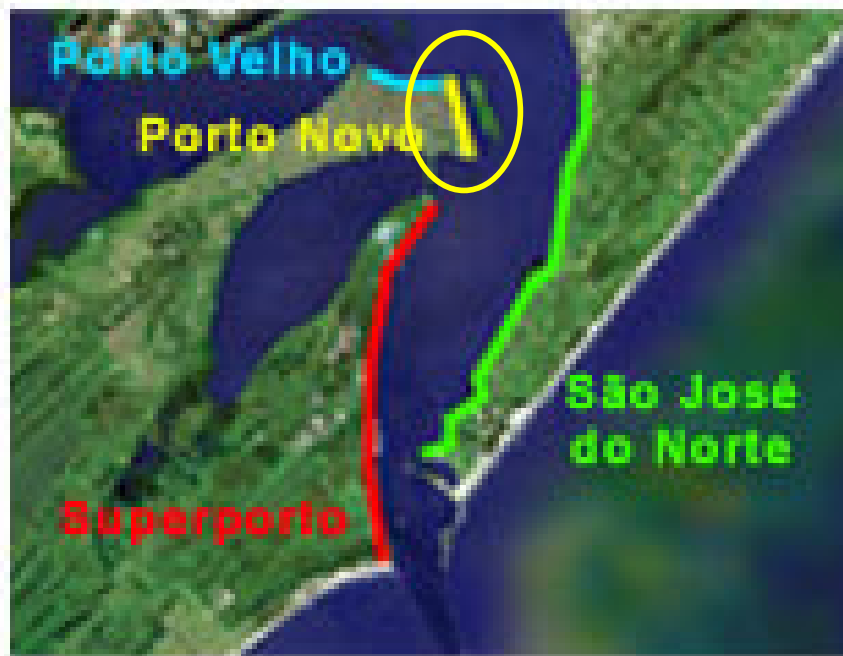


Figura 7. Canal de acesso ao Porto do Rio Grande

4.2. Estudo de Patologias

Segundo Jairo Andrade [2] o termo patologia é empregado na engenharia civil quando ocorre perda ou queda de desempenho de um produto ou componente da estrutura.

Uma estrutura apresenta sintomas patológicos quando algumas das exigências construtivas encontram-se comprometidas, podendo ser o comprometimento de capacidade mecânica, funcional ou estética.

A análise da patologia é função também de dois aspectos essenciais: tempo e condição de exposição, que a tornam associada aos conceitos de durabilidade, vida útil e desempenho .

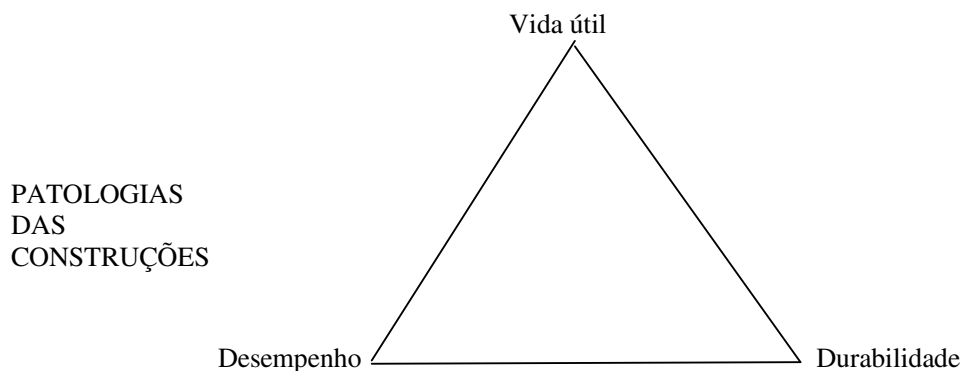


Figura 8. Conceitos gerais correlatos à patologias das construções.

No caso em estudo, o desempenho da estrutura portuária analisada é o fator comprometedor de seu uso, visto ter 90 anos de atividades com a mesma característica física, de modo que não está mais adequada aos avanços tecnológicos e estruturais, ou ainda mercadológicos, do transporte marítimo e fluvial de cargas.

Em razão da constituição física do cais, ou seja, cais de gravidade, conforme anteriormente mencionado, as patologias foram identificadas ao longo dos 900 metros de cais e em sua profundidade. Desta forma, após a prospecção de mergulhadores, foi considerado que o cais apresentava-se estruturalmente íntegro abaixo da linha d'água e com corrosão do concreto na zona de variação de maré, sendo mais afetada a primeira linha de blocos de concreto.

Também a corrosão e a abertura de buracos nos blocos permitiram o fluxo de água entre eles, comprometendo o enrocamento e, conseqüentemente, causando erosão interna do solo. O pavimento apresentou desnivelamento, decorrente do excesso de carga e fuga dos finos do solo quando da ocorrência de fluxo de água no subsolo, ref. [8].

Embora o cais apresentasse condições estruturais favoráveis de recuperação, estava obsoleto sob a ótica de sua estrutura física, não comportando a possibilidade de atracação de navios com *bow-thruster* (propulsão lateral) e de aumento do calado na linha próxima ao cais, pois não haveria segurança contra a ruptura geral deste, e também de pavimentação capaz de absorver esforços derivados da operação de guindastes de maior porte.

4.3. Obras de modernização realizadas no Porto Novo

A maioria das obras de modernização inclui, necessariamente, maior aprofundamento da água na frente do cais, bem como os seguintes requisitos:

- reforço estrutural para cargas verticais e laterais;
- dragagem para aumento ou manutenção da profundidade de água e área de manobra;
- provisão para novo equipamento mecânico;
- mudança no *layout* e aumento nas áreas de armazenagem em terra;
- melhoramento no controle de poluição e segurança.

Para que o porto do Rio Grande torne-se o porto concentrador de cargas do Mercosul, é imperativo que as condições de acesso e atracação, bem como eficiente sistema de carga e descarga, sejam as mais favoráveis e seguras.

Desta forma, a primeira fase de modernização adotada no porto do Rio Grande refere-se à melhoria no acesso aos terminais privados e públicos, tendo sido realizadas as seguintes obras:

- reconstrução dos cabeços do molhes, onde foram colocadas 450 mil toneladas de pedras e 10.200 tetrápodes;
- dragagem do canal de acesso, possibilitando a retomada do calado preteritamente existente, igual a 40m, que foi assoreado pela degradação dos molhes.

A segunda etapa de modernização diz respeito à estrutura original do cais do Porto Novo, obsoleta no que se refere à possibilidade de atracação de navios de maior porte, tanto devido às condições de calado como à inadequada estabilidade estrutural para cargas verticais e horizontais.

Foram realizadas obras de modernização em dois berços de 225m cada um, destinados à movimentação de fertilizantes e contêineres.

Assim, diante da possibilidade de adequação da estrutura existente, foram realizadas as seguintes obras:

1. Aprofundamento da cota batimétrica na linha de atracação, de -10,00 m para -14,00 m, possibilitando a atracação de navios de até 75.000 TPB (tonelada/porte bruto) e calado de 31 pés.

2. Execução de plataforma, apoiada sobre uma linha de estacas no mar e sobre apoios deslizantes instalados na parte superior do muro existente, permitindo que navios dotados de propulsão lateral (*bow-thruster*), acostem no cais, reduzindo custos portuários pela dispensa de rebocadores. Este recurso previne a provável erosão que ocorreria quando da dragagem próxima ao cais de gravidade e da atracação de navios acima citados.

3. Instalação de defensas, com a finalidade de absorção de forças de reação causadas por embarcações.

4. Reforço no pavimento do cais, objetivando a instalação de equipamentos portuários de grande porte.

Para que a obra esteja em plena condição de operacionalidade, resta o aprofundamento do calado para 40 pés, materializando a perspectiva de recebimento de navios de maior porte, e desta forma possibilitando maior movimentação de carga com menor valor referente a fretes.

Também está prevista a realização da obra de prolongamento dos molhes, em 500m no molhe leste, passando para 4.720m de comprimento, e 900 m no molhe oeste, que ficará com 4.060m de comprimento, de forma convergente. Esta obra propiciará o afinilamento da abertura da barra, provocando maior velocidade no escoamento dos sedimentos e possibilitando, desta forma, o aumento de calado do canal de acesso para 60 pés.

A parte que sofreu obras de remodelação corresponde às áreas 8 e 7, desde o cabeço 8 até o 23, atingindo 450m de comprimento e dois berços de atracação, conforme figura.

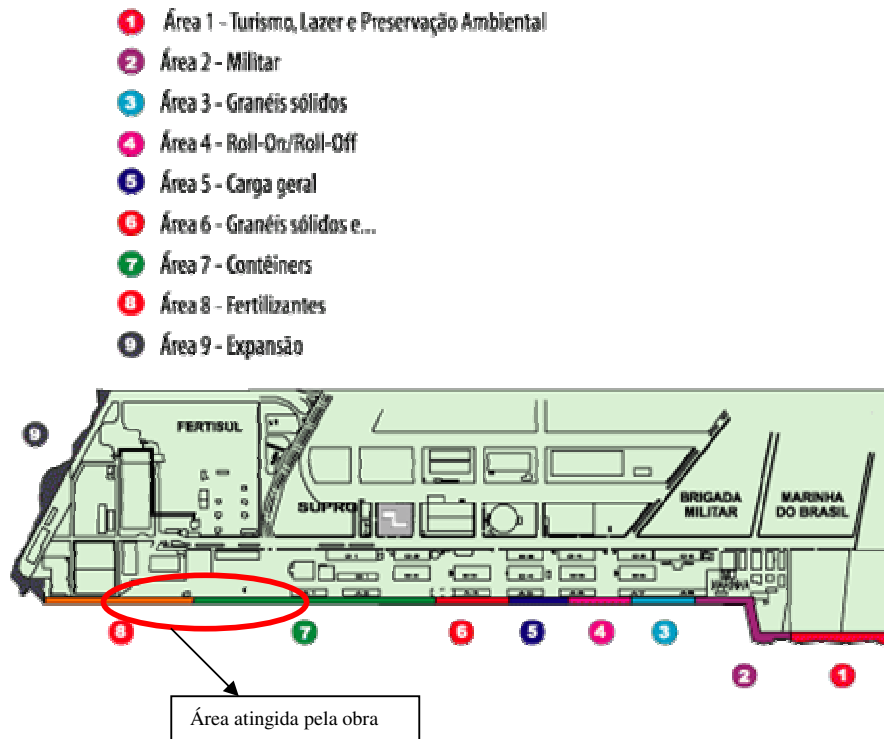


Figura 9. Área atingida pelas obras de modernização (SUPRG, 2006)

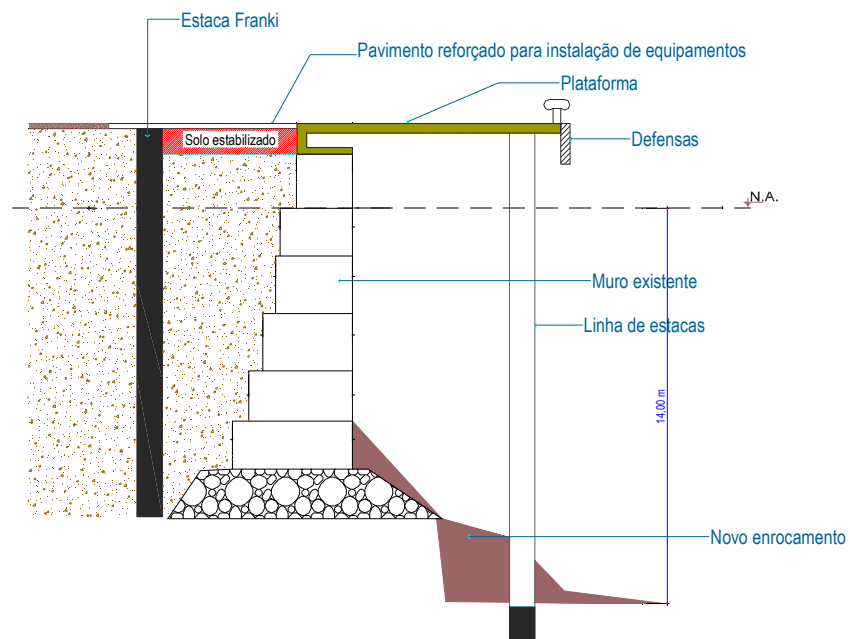


Figura 10. Projeto do cais modernizado

5. CONCLUSÃO

O presente trabalho, fundado em referências bibliográficas para a fixação de critérios para a determinação da expectativa de vida útil de uma estrutura, e como esta interfere na avaliação de indicadores de viabilidade econômica, valeu-se do paradigma das obras de modernização realizadas no Porto Novo do Rio Grande, possibilitando, preliminarmente, as seguintes conclusões:

1. Os critérios para a determinação de vida útil de projeto e das vidas úteis de serviço subsequentes devem atender os requisitos normativos, como também a adoção de modelos que permitam que as estimativas sejam propostas de forma a contemplar o ambiente e as especificações da estrutura de concreto.

2. Os cenários para a obtenção do provável valor do bem em uma determinada idade devem absorver as prováveis receitas futuras e despesas operacionais, bem como aquelas referentes aos serviços de conservação e manutenção, alicerçando desta forma a decisão de proceder ou não às intervenções necessárias que visem a promover o acréscimo de vida de serviço.

3. As obras realizadas no presente caso em estudo, foram realizadas sem o devido estudo econômico, tendo em vista as condições favoráveis de reabilitação da estrutura existente e do aspecto político-social que o Porto Novo representa para a comunidade, que conforme Casaroto, critérios imponderáveis também são analisados como fator para a tomada de decisão.

A continuidade deste estudo será efetivada, no trabalho de dissertação de mestrado, quando os critérios adotados para a identificação de vida útil e econômica puderem ser utilizados para todo o tipo de estrutura em uso, traçando indicativos de viabilização de novos investimentos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDRADE, Maria del C. *Manual para diagnóstico de obras deterioradas por corrosão de armaduras*. Trad. e adap. de Antônio Carmona e Paulo Helene. São Paulo: Pini, 1992. 104p.
2. ANDRADE, Jairo José de. Vida útil das estruturas de concreto. In: ISAIA, Geraldo. *Concreto: ensino, pesquisa e realizações*. São Paulo : IBRACON, 2005. v. 2.
3. ANDRADE, Tibério. Tópicos sobre durabilidade do concreto. In: ISAIA, Geraldo. *Concreto: ensino, pesquisa e realizações*. São Paulo : IBRACON, 2005. v. 1.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 6118*. Projeto de estruturas de concreto armado – Procedimento. Rio de Janeiro, 2003.
5. _____. *NBR-14653/4*. Avaliação de bens - Empreendimentos. Rio de Janeiro, 2001.
6. CASAROTTO FILHO, Nelson; KOPITKE, Bruno H. *Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 1994. 448p.
7. COMITÉ EURO-INTERNATIONAL DU BÉTON. *Durability of concrete structures – Design Guide*. Lausanne: Thomas Telford, 1992 (Bulletin d'Information 183).
8. DIAS, Cláudio R. R. *Avaliação do pavimento e estrutura do cais do Porto Novo para novas solicitações*. Relatório de serviços especiais de Engenharia. Rio Grande. 1999.
9. DZIEKANIAK, Nelissa G. *Remodelação de obras portuárias: fundações em estacas mistas no Porto Novo do Rio Grande*. Rio Grande, 2005. 190p. Dissertação [Mestrado em Engenharia Oceânica] – Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Oceânica, 2005.

10. EHRLICH, Pierre J.; MORAES, Edmilson A. de. *Engenharia econômica: avaliação e seleção de projetos de investimentos*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2005. 177p.
11. GUIMARÃES, André T. C. *Vida útil de estruturas de concreto armado em ambientes marítimos*. São Paulo, 2000. 241p. Tese [Doutorado em Engenharia] – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil, PCC / USP.
12. HELENE, P. R. L. *Contribuição ao estudo da corrosão em armaduras de concreto armado*. São Paulo, 1993. Tese [Livre Docência] – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Civil.
13. KAZMIERCZAK, Cláudio de S. *Patologia nas construções*. Porto Alegre, 2004. Monografia [Especialização em Engenharia de Avaliações e Perícias] – Universidade Federal Fluminense, Niterói.
14. MOREIRA, Alberto L. *Princípios da engenharia de avaliações*. 5. ed. São Paulo: Pini, 2001.
15. NUNES, Jorge; GUIMARÃES, André. Zona de Névoa: Intensidade do Ataque de Cloretos em Função da Distância do Concreto em Relação à Água do Mar. In: *46º Congresso Brasileiro do Concreto*. 2004, Florianópolis, Anais. São Paulo: IBRACON.
16. SILVA, Mauren P. M. da. *Porto do Rio Grande: um estudo sobre o impacto das melhorias das condições de acesso marítimo nas instalações existentes e definições sobre modernização de estruturas de atracação*. Rio Grande, 2001. 128 p. Dissertação [Mestrado em Engenharia Oceânica] – Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Oceânica.
17. SUPRG – SUPERINTENDÊNCIA DO PORTO DO RIO GRANDE. Disponível em: <www.portoriogrande.com.br>. 2006.
18. ZENI, André M. *Matemática financeira e análise de investimentos aplicados à avaliação de imóveis*. Porto Alegre, 2004. Monografia [Especialização em Engenharia de Avaliações e Perícias] – Universidade Federal Fluminense, Niterói.