

## PROPOSTA DE UM MODELO CONCEITUAL PARA GESTÃO DE USO E MANUTENÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO EM INSTITUIÇÕES PÚBLICAS

**Karla Fadini Fiorot (1); João Luiz Calmon (2)**

(1) Engenheira Civil, D'Angelo Incopar Construtora e Incorporadora Ltda; Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil – e-mail: karlaffiorot@hotmail.com

(2) Professor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil – e-mail: calmont@npd.ufes.br

### RESUMO

**Proposta/objetivo:** Propor um modelo conceitual para gestão de uso e manutenção de estruturas de concreto em instituições públicas do estado do Espírito Santo, com vistas à durabilidade. **Método:** Realiza um diagnóstico e utiliza o preconizado na metodologia de sistemas de Checkland, para avaliar a situação-problema, e então construir um modelo conceitual para gestão de uso e manutenção de estruturas de concreto em instituições públicas. **Resultado:** Apresenta-se um modelo conceitual baseado na teoria de sistemas até chegar ao nível do subsistema de estruturas de concreto. Ao mesmo tempo propõe uma estrutura organizacional para operacionalizar o modelo. **Contribuição da Pesquisa:** Com o desenvolvido no modelo conceitual, foi possível criar uma estrutura organizacional, na forma inicial, composta por uma Secretaria de Gestão Integrada de Planejamento, Projeto, Construção e Uso e Manutenção de Edificações e Infra-estruturas, responsável por uma visão global e sistêmica do processo, pela integração das ações e comunicação dos setores de planejamento, projeto, construção e uso e manutenção de estruturas, visando garantir uma maior durabilidade para as estruturas; atender o desenvolvimento sustentável e a economia dos recursos financeiros. Foi possível ainda, a partir do modelo conceitual, descrever várias atribuições para o Setor de Estruturas de Concreto dentro da Gerência de Uso e Manutenção. Espera-se que com a utilização deste modelo sistêmico ou global de pensar, a visão das instituições públicas seja sempre a de durabilidade de estruturas.

Palavras-chave: modelo conceitual; concreto armado; obras públicas; durabilidade; gestão; diagnóstico.

### ABSTRACT

**Purpose:** Proposing a conceptual model for managing the use and maintenance of concrete structures in public institutions in the state of Espírito Santo, concerning durability. **Method:** it carries out a diagnosis and uses what is recommended by Checkland's systems methodology in order to assess the situation-problem, and then build a conceptual model for managing the use and maintenance of concrete structures in public institutions. **Results:** A conceptual model, based on the theory of systems until it comes to the level of sub-system of concrete structures, is presented. Simultaneously, an organizational structure to operate the model is offered. **Contributions of the Study:** From what was developed in the conceptual model, it was possible to create an organizational structure, in its initial form, composed of a Department of Integrated Management of Planning, Project, Construction and Use and Maintenance of Buildings and Infra-structures. This department is responsible for a global and systemic vision of the process and for the integration of actions and communication between the planning, project, construction and structures use and maintenance divisions, aiming at ensuring structure durability and meeting the requirements of sustainable development and financial resources economy. It was also possible, from the conceptual model, to describe several duties to the Concrete Structures Division inside the Use and Maintenance Management. It is expected that, by using this systemic or global model of thinking, public institutions always focus on structure durability.

Key-words: conceptual model; reinforced concrete; public constructions; durability; management; diagnosis.

# **1 INTRODUÇÃO**

## **1.1 Durabilidade de estruturas**

O concreto armado é um dos materiais mais utilizados na construção civil, e até pouco tempo, era visto como o material de maior durabilidade. Mas, nas últimas décadas, são cada vez maiores os índices que indicam que essa durabilidade está sendo comprometida. Isto pode ser atribuído ao grande crescimento de manifestações patológicas, que vão desde fissuras e trincas, com comprometimento dos aspectos estéticos, podendo chegar, em certas situações, ao colapso parcial ou total da estrutura. Cabe ressaltar ainda, que os problemas patológicos são evolutivos e tendem a se agravar com o tempo.

A incidência de estruturas com manifestações patológicas é elevada. Estruturas projetadas para durarem 50 anos, bem antes da idade prevista, já apresentam os problemas citados acima. Para endossar essas afirmativas Andrade e González (1988 apud HELENE, 1993) citam problemas na Europa, Golfo Pérsico e principalmente diversas pesquisas e levantamentos efetuados nos Estados Unidos, questionando a vida útil das estruturas de concreto que apresentam problemas graves de corrosão de armaduras com apenas 5 a 10 anos de idade, quando foram projetadas para uma vida útil de 50 a 100 anos.

A realidade de estruturas relativamente jovens com manifestações patológicas no Brasil e também no Estado do Espírito Santo não é muito diferente da Europa, Golfo Pérsico e Estados Unidos. Pode-se verificar essa afirmação em estudo realizado por Magalhães, Folloni e Furman (1989 apud HELENE, 1993), em que 58% de pontes e viadutos vistoriados do município de São Paulo, apresentaram problemas de corrosão de armadura.

Korka et al. (1997) relata ainda, que o gerenciamento da manutenção apesar de ser um importante campo de pesquisa, não tem sido estudado com a mesma intensidade como, por exemplo, é estudado o gerenciamento das operações de produção.

Para minimizar este panorama de grande incidência de manifestações patológicas nas estruturas de concreto, é importante que haja a conscientização de que a manutenção das estruturas de concreto não deve ser vista de forma emergencial, mas sim, ser tratada de forma planejada para uma boa gestão da mesma, uma vez que a maior parte da “vida” de uma estrutura está nas etapas de uso e manutenção.

É importante salientar que os custos relativos de intervenção na estrutura crescem rapidamente com o tempo de espera para se fazer essa intervenção. A demonstração mais expressiva dessa afirmação é a chamada “lei de Sitter”, que representa a evolução dos custos por uma progressão geométrica de razão 5, (HELENE, 1992). Segundo Sitter (1984 apud HELENE, 1992), adiar uma intervenção significa aumentar os custos diretos em progressão geométrica de razão 5. Às atividades de manutenção corretiva pode-se associar um custo de 125 vezes superior ao custo das medidas que poderiam e deveriam ter sido tomadas na fase de projeto e que implicariam num mesmo nível de durabilidade que se estima dessa obra após essa intervenção corretiva.

Verifica-se que a situação problemática das obras, com grande incidência de manifestações patológicas, é muitas vezes agravada nas obras públicas, em que freqüentemente as causas das patologias e suas conseqüências são tratadas com descaso ou até mesmo desconhecimento, ou ainda não há verba para a manutenção ou recuperação, fazendo com que muitas estruturas sejam utilizadas até o seu limite, mesmo sem condição alguma, levando em alguns casos, a sua ruína.

Com base ainda em estudo realizado por Fiorot (2006a), verifica-se que a grande maioria das instituições públicas não possui sequer uma estrutura hierárquica definida, com objetivo de tratar as questões de manutenção de estruturas sob sua responsabilidade.

Assim, a grande motivação deste trabalho é propor um modelo conceitual para gestão de uso e manutenção de estruturas de concreto em instituições públicas, baseado nos conceitos da teoria de sistemas, a fim de auxiliar, de alguma forma, o processo de gestão destas instituições.

## 1.2 Objetivo

O objetivo desse artigo é propor um modelo conceitual para gestão de uso e manutenção de estruturas de concreto em instituições públicas, baseado em diagnóstico, nos conceitos da metodologia de sistemas de Checkland (1972, apud CALMON, 1987) e na teoria de sistemas, a fim de auxiliar o processo de gestão de estruturas de concreto em instituições públicas.

## 2 CONCEITOS DA TEORIA DE SISTEMAS

Sistema pode ser definido como: “[...] um conjunto de elementos interrelacionados de qualquer tipo [...]” (ACKOFF, 1973, apud CALMON 1987, p. 7). Ainda segundo Ackoff (1973 apud CALMON 1987), um sistema é mais do que a soma de suas partes, é um todo indivisível. Ele perde suas propriedades essenciais quando é considerado decomposto. Os próprios elementos de um sistema podem ser sistemas, e todo sistema pode ser parte de um grande sistema.

Todos os subsistemas interagem entre si e se influenciam. Segundo Calmon (1987, p. 7), é importante salientar que a preocupação com os sistemas trouxe com ela um modo sistêmico de pensar e com ele a era de sistemas, na qual há maior interesse em considerar as coisas ou objetos em conjunto do que em tomá-los em separado.

Esse modo sistêmico de pensar, quando aplicado aos problemas de sistemas, afirma Ackoff (1973), pode ser chamado de abordagem de sistemas.

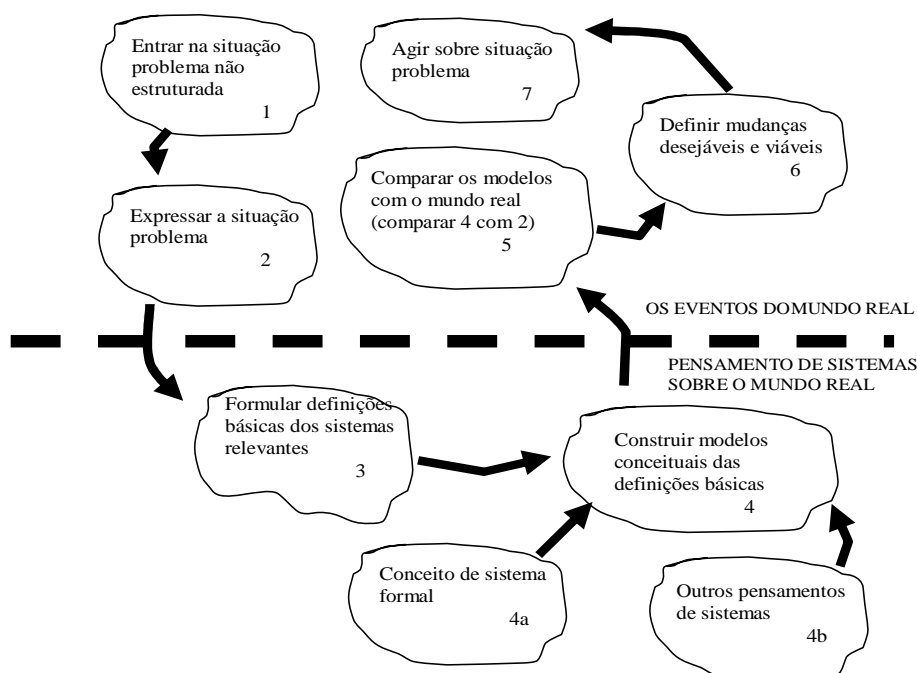
Checkland (1983, apud CALMON, 1987) argumenta ainda, que um tipo particular de sistema altamente relevante, é o “sistema de atividades humanas”, definindo-o como um sistema imaginário intencional que expressa alguma atividade humana com objetivo, atividade que poderia em princípio ser determinada no mundo real. Estes sistemas são imaginários no sentido de que eles não são descrições das atividades do mundo real, mas são construções intelectuais; são tipos ideais que são usados em debates sobre possíveis mudanças que devem ser introduzidas nas situações problema do mundo real.

Segundo Calmon (1987), é importante ressaltar que no contexto dos sistemas de atividades humanas, podem-se colocar quaisquer tipos de organizações nas quais se buscam tomar decisões.

Segundo Checkland (1984, apud CALMON, 1987), um conjunto estruturado das atividades ligadas entre si, pode ser tomado como “um sistema”, uma vez que estas atividades podem ser descritas em função propriedades emergentes, como hierarquia, comunicação e controle. A definição de modelo conceitual, na metodologia de sistemas, compreende as atividades que o sistema deve executar (CALMON, 1987).

Checkland (1972, apud CALMON, 1987) desenvolveu uma metodologia de sistemas, que possui dois tipos de atividades: atividades que envolvem pessoas da situação problema e estabelecem-se no “mundo real” (estádios 1, 2, 5, 6 e 7) e as que estabelecem-se através do pensamento de sistemas, que podem ou não envolver pessoas da situação problema, o que depende das circunstâncias individuais do estudo (estádios 3, 4, 4a e 4b). A figura 1 ilustra melhor os dois tipos de atividades, aquelas desenvolvidas no “mundo real” e aquelas que se desenvolvem através do pensamento de sistemas.

É importante enfatizar que a sequência mostrada na figura 1 deve ser lida de 1 a 7, o que torna mais apropriado descrevê-la, porém esta sequência não tem que ser seguida obrigatoriamente no uso da metodologia. Em princípio, a aplicação da metodologia pode ser feita em qualquer estágio, inclusive a interação entre os vários estádios e o retrocesso durante a sua aplicação são essenciais, conforme tem mostrado a experiência dos que a tem usado. Deve-se usá-la como um quadro de referência em vez de como uma receita (CALMON, 1987).



**Figura 1** – Metodologia de Checkland em resumo. (Fonte: Checkland, 1972, apud Calmon, 1987, p. 41.)

Wilson (1984, apud CALMON, 1987) esclarece que na construção dos modelos conceituais, as atividades neles contidos são as mínimas necessárias para um dado nível de resolução, ou grau de detalhe. O nível de detalhe pode ser aumentado redefinindo-se um conjunto de atividades selecionadas ou cada atividade do modelo inicial, como um sistema e através do mecanismo das definições básicas, produzindo-se modelos conceituais num segundo nível de resolução. Desta forma, os níveis de resolução podem cada vez mais ser aumentados, estabelecendo-se um processo de desenvolvimento hierárquico.

Finalmente, cabe ressaltar que “um modelo conceitual é um modelo de um sistema de atividades e, portanto, estas atividades devem ser expressas por verbos [...] e montadas numa sequência lógica” (CALMON, 1987, p. 47).

### 3 MODELO CONCEITUAL PROPOSTO

Seguindo o preconizado na metodologia de sistemas de Checkland procurou-se avaliar a situação-problema (estádios 1 e 2) na forma de realização do diagnóstico do processo de gestão de uso e manutenção de estruturas de concreto em instituições do Estado do Espírito Santo (FIOROT, 2006a e FIOROT, 2006b). A partir daí, partiu-se para a formulação das definições básicas (estádio 3) e construção do modelo conceitual (estádio 4), procurando realizar uma pequena comparação do modelo conceitual com o problema levantado (estádio 5). As demais etapas da metodologia de sistemas de Checkland, implantação e ação (estádios 6 e 7), não foram implementadas neste trabalho.

Antes da elaboração do modelo conceitual propriamente dito, procurou-se identificar alguns subsistemas relevantes do sistema instituição pública hipotética (ver figura 2), sendo eles: meio ambiente, saúde, transportes, educação, segurança, econômico-financeiro, durabilidade de edificações e infra-estrutura (conhecido como Obras em instituições públicas), e os outros subsistemas componentes do sistema instituição pública hipotética. Como o sistema a ser estudado é o de durabilidade de edificações e infra-estrutura formulou-se como definição básica do mesmo o seguinte: um sistema da instituição pública hipotética que deve eficientemente e eficazmente planejar, projetar,

construir e manter suas edificações e infra-estruturas com a máxima durabilidade possível, visando atender o desenvolvimento e a construção sustentável e a otimização dos recursos financeiros. Os outros sistemas não foram objeto deste estudo.

O modelo conceitual desenvolvido, em um primeiro nível de resolução, está apresentado na figura 2. Verifica-se que a instituição é vista como um sistema maior, constituído dos seus vários subsistemas. Uma vez que não é intenção aqui detalhar todos os subsistemas relevantes da instituição pública hipotética, optou-se por condensá-los nos outros subsistemas.

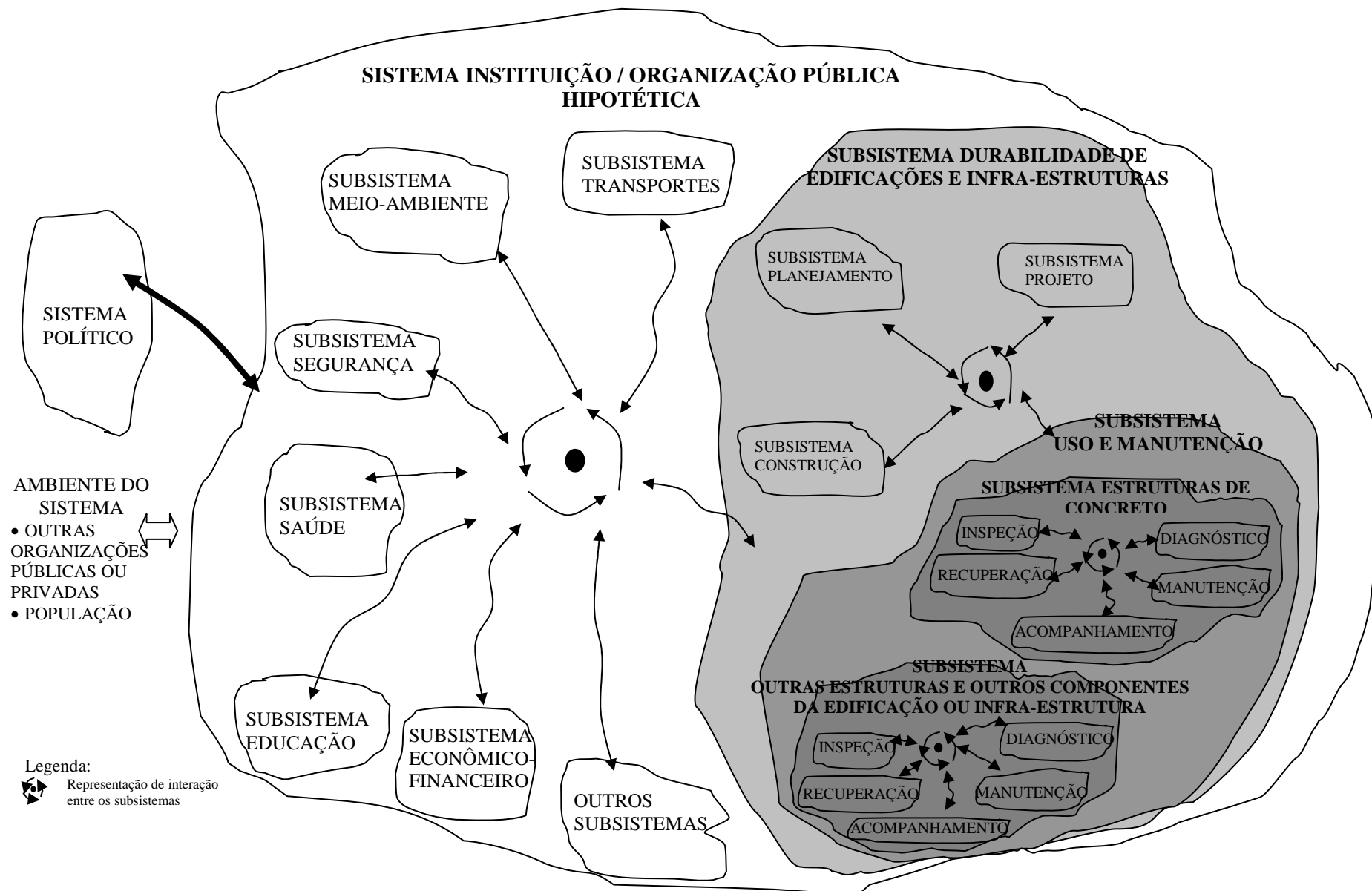
A identificação dos subsistemas relevantes do sistema da instituição pública hipotética foi realizada com intenção de fornecer maior compreensão em estádios posteriores do estudo do problema. Na legenda da figura 2, verifica-se que o símbolo apresentado representa interação existente entre os diversos subsistemas que compõem o sistema maior; e mostra ainda que há uma comunicação entre todos estes subsistemas. Há ainda a interação dos diversos subsistemas com o ambiente.

O sistema instituição pública hipotética se comunica ainda com o sistema político existente; e ainda com o ambiente do sistema, ou seja, tudo que está fora do sistema instituição pública, como outras organizações públicas ou privadas, e a população em geral (figura 2).

O subsistema durabilidade de edificações e infra-estrutura, por sua vez, pode ser expandido e visto como um sistema e ser subdividido em subsistemas, mais detalhados, que são: planejamento, projeto, construção e uso e manutenção (figura 2). Estes subsistemas constituem as etapas principais dos processos de concepção e uso e manutenção de uma edificação ou infra-estrutura. A etapa de planejamento envolve todas as ações tomadas antes mesmo da elaboração propriamente dita do projeto. Já na fase de projeto estão envolvidas as características dos materiais, exigências de normas e memoriais, dentre outras para a elaboração do mesmo. A etapa de construção, como o próprio nome já diz, entende-se pela construção propriamente dita da edificação ou infra-estrutura, envolvidas características de técnicas e práticas de execução. E por fim, a etapa de uso e manutenção das edificações ou infra-estruturas, que está constituída pelas atividades de manutenção preventiva e corretiva nas edificações ou infra-estruturas. É importante ressaltar que todos esses subsistemas, dentro do sistema durabilidade de edificações e infra-estrutura, têm como um dos seus objetivos, o de proporcionar uma maior durabilidade em longo prazo da estrutura, se comunicando e interagindo entre si. Não há possibilidade de haver durabilidade das estruturas se esses subsistemas não interagirem e se comunicarem, por exemplo, o subsistema de uso e manutenção envia informações ao subsistema de projeto, de problemas que afetaram a durabilidade da estrutura, proveniente de algum erro de projeto.

Verifica-se que a mudança apresentada principal neste modelo, em função do que é praticado hoje nas instituições públicas, está no fato de que no modelo conceitual elaborado para a instituição pública hipotética, o subsistema durabilidade de edificações e infra-estrutura substitui o subsistema de obras, representado pela “velha” Secretaria de Obras, tão peculiar no organograma das instituições públicas. Segundo Fiorot (2006a), este subsistema de obras, na forma que é praticado hoje, sequer possui um setor específico para tratar da etapa de uso e manutenção das estruturas. Conforme realizado anteriormente para o subsistema durabilidade de edificações e infra-estrutura, formulou-se como definição básica do subsistema de uso e manutenção o seguinte: um subsistema do sistema de gestão da durabilidade de edificações e infra-estrutura que deve eficientemente e eficazmente inspecionar, diagnosticar e manter suas edificações e infra-estruturas com a maior durabilidade possível, visando atender o desenvolvimento sustentável e a otimização dos recursos financeiros.

O subsistema de uso e manutenção, que faz parte do sistema durabilidade de edificações e infra-estrutura, no modelo conceitual proposto, pode ser ainda expandido, e se subdividir em outros dois subsistemas, que são os subsistemas estrutura de concreto e o outras estruturas e outros componentes da edificação ou infra-estrutura. Tanto o subsistema estrutura de concreto, como o subsistema outras estruturas e outros componentes da edificação ou infra-estrutura são compostos pelas seguintes atividades: inspeção, diagnóstico, manutenção, recuperação e acompanhamento de estruturas (figura 2).



**Figura 2** - Modelo conceitual do sistema de uma instituição pública hipotética, do subsistema durabilidade de edificações e infra-estruturas, do subsistema de uso e manutenção de edificações e infra-estruturas em um 1º nível de resolução, e modelo conceitual do subsistema de estruturas de concreto.

Este trabalho apresenta como foco o subsistema de uso e manutenção do sistema durabilidade de edificações e infra-estrutura, e mais particularmente o subsistema de estruturas de concreto. O subsistema de outras estruturas e outros componentes das edificações e infra-estruturas (estruturas metálicas, estruturas de madeira, estruturas mistas, etc) não foi enfoque deste trabalho.

Pode-se então formular como definição básica do subsistema de estrutura de concreto, componente do subsistema de uso e manutenção de edificações e infra-estruturas o seguinte: um subsistema que deve eficientemente e eficazmente inspecionar, diagnosticar e manter suas estruturas de concreto com a maior durabilidade possível, visando atender o desenvolvimento sustentável e a otimização dos recursos financeiros.

Pode-se, no entanto, diante de tudo que foi apresentado neste trabalho, expandir ainda o subsistema de estruturas de concreto em um nível mais detalhado (2º nível de resolução), composto pelas atividades mínimas necessárias para realizar o preconizado na definição básica no modelo conceitual de sistema de estruturas de concreto, conforme a figura 3.

Após o desenvolvido no modelo conceitual apresentado, é possível propor uma estrutura organizacional (figura 4), na forma inicial, baseada no modelo, onde a antiga figura do Secretário de Obras é aqui substituída pelo Secretário, representante máximo de uma Secretaria de Gestão Integrada de Planejamento, Projeto, Construção e Uso e Manutenção de Edificações e Infra-estruturas, responsável por uma visão global e sistêmica do processo, pela integração das ações e comunicação dos setores de planejamento, projeto, construção e uso e manutenção de estruturas, visando prever uma maior durabilidade possível para as estruturas; atender o desenvolvimento sustentável e a economia dos recursos financeiros.

O gestor da nova Secretaria de Gestão Integrada de Planejamento, Projeto, Construção e Uso e Manutenção de Estruturas não está restrito somente à sua área e setores subordinados, mas deve ter acesso espontâneo e livre a todos os clientes da sua Secretaria (representado na forma matricial-linear no organograma da figura 4, que são as demais Secretarias subordinadas à instituição pública Hipotética (figura 4).

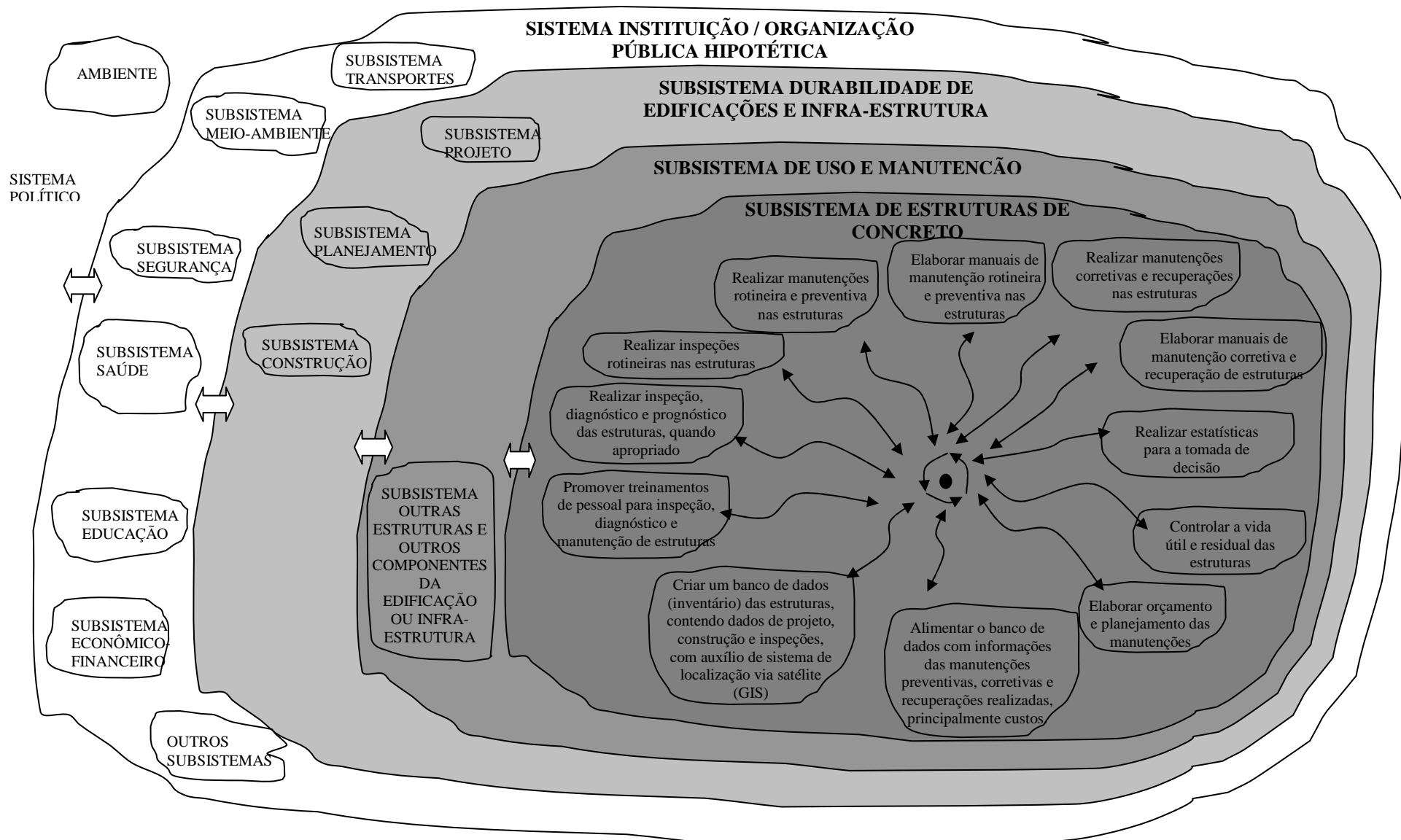
A Secretaria de Gestão Integrada de Planejamento, Projeto, Construção e Uso e Manutenção de Estruturas seria composta pelas Gerências de: Planejamento, Projeto, Obras e Uso e Manutenção (figura 4), sendo a Gerência de Uso e Manutenção composta pelos setores de estruturas de concreto e setor de outras estruturas e de outros componentes das edificações e infra-estruturas.

A partir do modelo conceitual do subsistema estruturas de concreto, dentro do sistema de uso e manutenção de estruturas, pode-se descrever as atividades listadas na figura 4 como sendo as atribuições para o Setor de Estruturas de Concreto, dentro da Gerência de Uso e Manutenção.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

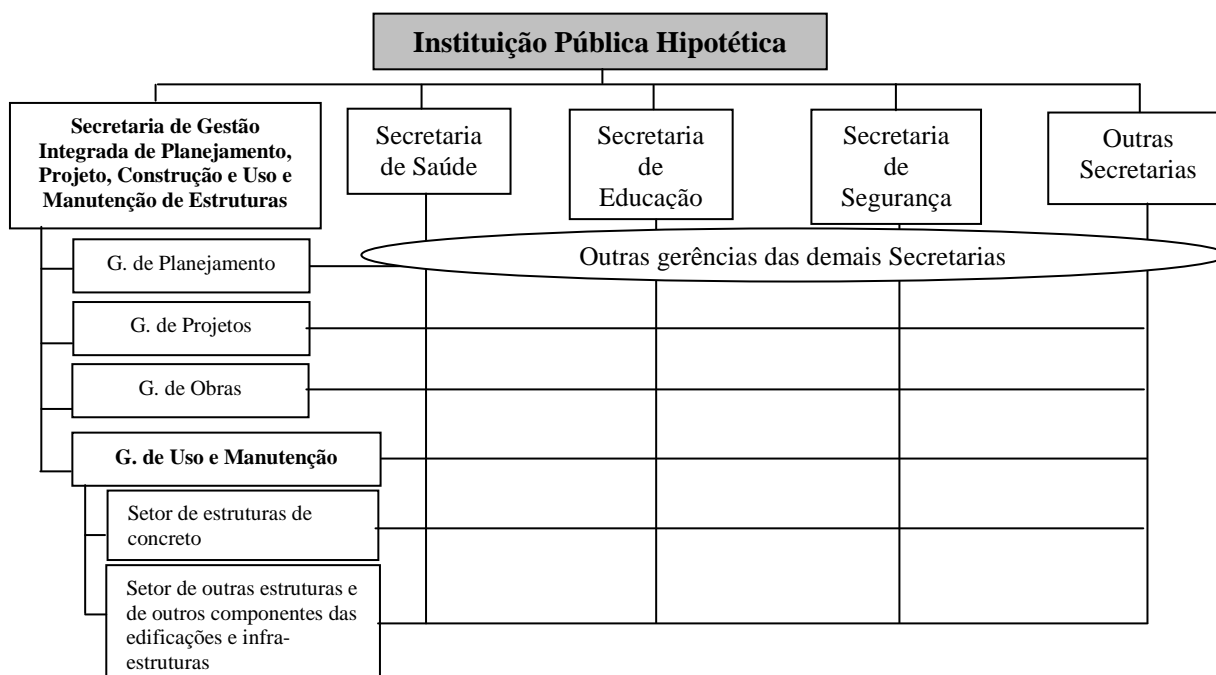
Com a aplicação da metodologia de Checkland foi possível nos estádios 1 e 2 perceber que não há uma programação das ações nas instituições pesquisadas, ou um planejamento em longo prazo sobre as questões de inspeção e manutenção das estruturas, o que efetivamente é feito é “apagar incêndio”, proporcionando soluções a partir do problema já manifestado.

Fica explícito, que a gestão de uso e manutenção de estruturas sofre fortemente a imposição das conveniências políticas, em detrimento, muitas vezes, das necessidades reais, técnicas, estéticas e até estruturais das obras. Conveniências essas, que são constantemente agravadas nos anos políticos. É importante questionar quanto se deixa de realizar em novos investimentos, como postos de saúde, como escolas, novas pontes, viadutos, etc., por negligência da gestão de manutenção e durabilidade de estruturas? E ainda, porque os engenheiros e técnicos, apesar de receberem excelente formação nas escolas de engenharia, não conseguem influenciar o sistema político para mudar o seu comportamento



**Figura 3** - Modelo conceitual do subsistema de estruturas de concreto.





**Figura 4** - Organograma de uma Instituição Pública Hipotética. Detalhamento da Secretaria de Gestão Integrada de Planejamento, Projeto, Construção e Uso e Manutenção de Estruturas.

quanto a essa questão?

Quanto representa esta negligência em relação ao Produto Interno Bruto (PIB) do estado do Espírito Santo-Brasil? E quanto representa ainda do PIB em nível nacional?

No detalhamento das atividades do subsistema de estruturas de concreto, que está contido no sistema de uso e manutenção de estruturas de concreto, procurou-se levantar todas as principais atividades envolvidas, porém verifica-se que pode haver outras atividades que não foram aqui abordadas.

Objetivou-se com a elaboração do modelo conceitual, baseado nos princípios da teoria de sistemas de Checkland, embasar o desenvolvimento de uma estrutura organizacional e organograma da instituição hipotética, e ainda embasar o levantamento das atividades principais e responsabilidades do setor de uso e manutenção de estruturas de concreto, que está sendo proposto.

Diante das carências apresentadas pelas instituições públicas estudadas no estado do Espírito Santo, é correto afirmar que a adoção do modelo proposto neste trabalho, para uso e manutenção de estruturas de concreto, vem contribuir para a melhoria dos processos, dentro das possibilidades políticas do estado do Espírito Santo-Brasil, podendo o mesmo ser utilizado ainda em outras instituições públicas existentes.

Há que se considerar ainda, que uma forma de melhorar e aumentar a durabilidade das estruturas, e assim reduzir os custos de manutenção nas mesmas é adotar uma boa gestão integrando as etapas de planejamento, projeto, construção e uso e manutenção.

Espera-se ainda, que com a utilização deste modelo sistêmico ou global de pensar, proposto pelo modelo conceitual apresentado, a visão das instituições públicas quando conceberem, implantarem e mantiverem, seja sempre a de durabilidade. O que se busca ao final de tudo é a durabilidade, o que vai ao encontro dos princípios do desenvolvimento e da construção sustentável e da otimização na utilização de recursos.

## 5 REFERÊNCIAS

- ACKOFF, R. L. Science in the systems age: beyond TE, OR and MS. **Operations Research**, may-june 1973.
- ANDRADE, M. C., GONZÁLEZ, J. A. Tendencias Actuales en la Investigación sobre Corrosion de Armaduras. **Informes de la Construcción**. v. 40, n. 398, p. 7-14, nov. Dic. 1988.
- CALMON, João Luiz. **Análise da aplicabilidade da metodologia de sistemas “soft” de Checkland ao Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Espírito Santo**. Rio de Janeiro, 1987. 221f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC), Rio de Janeiro, 1987.
- CHECKLAND, P. B. Towards a systems – based methodology for real – world problem solving. **Journal of Systems Engineering**. Lancaster. 3 (2). p. 87 – 116, 1972.
- CHECKLAND, P. B. O.R. and the systems movement: mappings and conflicts. **The journal of the operational research society**, 34 (8): p. 661 – 675, 1983.
- CHECKLAND, P. B. Rethinking systems approach. In: Tomlinson, R. & Kiss, I. eds. Rethinking the process of operacional research and systems analysis. Oxford, **Pergamon Press**, 1984.
- FIOROT, K. F. **Proposta de um modelo conceitual para gestão de uso e manutenção de estruturas de concreto em instituições públicas**. Vitória, 2006a. 337 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Vitória, 2006a.
- FIOROT, K. F.; CALMON, J. L. Diagnóstico do processo de gestão da durabilidade de obras públicas no estado do Espírito Santo. In: XI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO (ENTAC). Agosto, 2006b, Florianópolis/SC. **Anais...** Santa Catarina: 2006b.
- HELENE, P. R. L. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. 2. ed. São Paulo: Pini, 1992. 213 p. ISBN 85-7266-010-0.
- HELENE, Paulo R. L., **Contribuição ao estudo da corrosão em armaduras de concreto armado**. São Paulo, 1993. 231p. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica, Departamento de Engenharia de Construção Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.
- KORKA, J. W.; OLOUFA, A.; THOMAS, H. R. Facilities computerized maintenance management systems. **Journal of Architectural Engineering**, v. 3, n. 3, September, p. 118-123, 1997.
- MAGALHÃES, C. P.; FOLLONI, R.; FURMAN, H. Análise da Patologia das Obras de Arte do Município de São Paulo. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE REFORÇOS, REPAROS E PROTEÇÃO DAS ESTRUTURAS DE CONCRETO. Maio 1989, São Paulo. **Anais...** São Paulo: EPUSP, 1989. p. 3-17.
- SITTER, W. R. Costs for service life optimization: The “law of fives”. In: CEB-RILEM. Durability of concrete structures. **Proceedings of the international workshop held in Copenhagen**, on 18-20 May 1983. Copenhagen, 1984. (Workshop Report by Steen Rostam).
- WILSON, B. **Systems: concepts, methodologies and applications**. New York, John Wiley & Sons, 1984, 339p.

## 6 AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer às Instituições entrevistadas, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFES, e ao Fundo de Apoio a Ciência e Tecnologia do Município de Vitória (FACITEC).