

# DISCUSSÃO SOBRE MODELOS PARA DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE APOIO A DECISÃO ESPECÍFICO

Adriana Zenaide Clericuzi (Universidade Federal de Pernambuco – UFPE)  
clericuzi@hotmail.com

Tarcísio Ferreira Grilo Júnior (Universidade Federal da Paraíba – UFPB)  
tarcisio\_jr@hotmail.com

**RESUMO:** *A natureza dos Sistemas de Apoio a Decisão (SAD) para tratar problemas complexos transpõe para seu desenvolvimento à dificuldade da implementação constante das mudanças impostas pelo ambiente dos problemas. O desenvolvimento de um SAD requer uma abordagem diferente dos sistemas tradicionais, devido ao nível de estruturação do problema, pois os SAD são sistemas computadorizados que tratam de um problema onde ao menos algum dos seus estágios é semi-estruturado ou não-estruturado. Esse trabalho tem como objetivo mostrar os vários modelos de desenvolvimento de Sistemas de Apoio a Decisão propostos e testados na literatura e discutir as vantagens e desvantagens de cada modelo. Sabendo que um dos desafios fundamentais para o desenvolvimento dos SAD é encontrar a melhor forma de construção desses sistemas, implementando as necessidades de desenvolvimento exigidas por eles.*

Palavras-chaves: Decisão, Sistemas de Apoio a Decisão – SAD, Desenvolvimento

## 1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de sistemas de informação é um processo que envolve diferentes etapas no intuito de construir um *software* da forma a atingir os objetivos para os quais ele foi criado. Para Pressman (1987) é possível partir da idéia inicial (concepção) e evoluir até um produto concreto que deve oferecer aos usuários as funções necessárias para que ele possa realizar suas tarefas. Porém, partir da idéia e chegar em um produto de *software* não é uma atividade trivial e para tanto existem propostas na literatura que buscam definir o processo de desenvolvimento de um sistema (SOMMERVILLE, 2003). Ao longo dos anos os modelos de desenvolvimento de sistemas de informação foram se tornando cada vez mais estudados na tentativa da minimização das dificuldades encontradas durante o desenvolvimento do *software*, passando a existir a necessidade de se construir *software* com mais qualidade em menor tempo, onde outrora se produzia *software* de uma maneira desordenada e sem preocupação com o que realmente o *software* deveria fazer (PRESSMAN, 1987).

Entre os vários tipos de sistemas de informação utilizados pelas organizações, encontram-se os Sistemas de Apoio a Decisão (SAD) que são sistemas utilizados no processo decisório que proporcionam ao decisor acesso fácil à banco de dados e banco modelos, apoiando à tomada de decisão semi-estruturada ou não-estruturada (SPRAGUE e WATSON, 1989). Porém, partir da idéia e chegar num produto de *software* não é uma atividade trivial. Ao se construir um SAD uma abordagem indicada é a adaptativa que se refere à união de todas as etapas do desenvolvimento de um sistema tradicional em uma só. Nela o decisor e o profissional de TI definem um problema inicial e desenvolvem um primeiro sistema. A partir daí, o sistema vai sofrendo adaptações para atender às necessidades até tornar-se relativamente estável quando o sistema começa atingir os objetivos planejados (SPRAGUE, 1980).

Um dos desafios fundamentais para o desenvolvimento dos SAD é encontrar a forma de como construir esses sistemas implementando as necessidades de desenvolvimento exigidas por eles. Este trabalho tem como objetivo mostrar os modelos de desenvolvimento de

SAD encontrados numa revisão bibliográfica ampla feita na literatura, e discutir as vantagens e desvantagens de cada modelo.

## 2. SISTEMAS DE APOIO A DECISÃO

Para Sprague e Watson (1989) os SAD são sistemas computacionais que ajudam os responsáveis pela tomada de decisões a enfrentar problemas não-estruturados através da interação direta com modelos de dados e análises. Segundo Bidgoli (1989) os SAD são sistemas de informação baseado em computador, que consiste de hardware, software e o elemento humano, para assistir qualquer decisão em qualquer nível, e enfatiza tarefas não-estruturadas ou semi-estruturadas

O desenvolvimento de um SAD é uma tarefa difícil, uma vez que não se consegue definir as necessidades funcionais do sistema antecipadamente. Outro fator importante é que o decisor e o profissional de TI adquirem conhecimento acerca do problema ao longo do processo de desenvolvimento do SAD (ALVIM, 2002). O modelo de desenvolvimento deve estimular a relação entre profissional de TI e decisor. Essa abordagem baseia-se na observação de como os decisores analisam problemas, decidem e aprendem em determinados contextos e momentos organizacionais (STABELL, 1994).

De forma geral, essas definições mantêm em comum que SAD são relevantes para apoiar decisões semi-estruturadas ou não-estruturadas e vale salientar que em hipótese alguma o SAD substitui o julgamento humano e sua decisão (FANG *et al.*, 2003; BARBOSA, 2003; CLERICUZI, 2006). A Tabela 1 abaixo mostra as principais características dos SAD.

Tabela 1 – Características dos Sistemas de Apoio a Decisão

<b>Fatores</b>	<b>SAD</b>
<b>Foco Central</b>	Apoio a tomada de decisão e a implementação da decisão para operações não rotineiras e não repetitivas.
<b>Horizonte de tempo</b>	Presente e futuro.
<b>Ênfase do projeto</b>	Flexibilidade, utilização <i>ad hoc</i> .
<b>Palavras chaves</b>	Interação, apoio, suporte, aprendizagem.
<b>Tipos de análise</b>	A partir do banco de dados e modelos.
<b>Avaliação do sistema</b>	Satisfação e melhoria na tomada de decisão.
<b>Orientação das saídas</b>	Planejamento, controle, modelos de previsão e simulação.
<b>Formatos das saídas</b>	Gráficos, planilhas e sumários.
<b>Tipo de projetos</b>	Projeto adaptativo e interativo.
<b>Flexibilidade</b>	Maleáveis e receptivos a mudanças no ambiente.
<b>Grupo alvo</b>	Apoio a decisão em todos os níveis.
<b>Dados utilizados</b>	Internos e externos de varias fontes.
<b>Modelos utilizados</b>	Matemáticos, estatísticos, financeiros, contábeis.

Fonte: adaptada: Bidgoli apud Barbosa (2003)

Sprague e Watson (1989) e Bidgoli (1989), identificam três níveis de tecnologia necessárias em um ambiente de SAD, que variam quanto à complexidade e quanto à abrangência da aplicação, conforme visualizado na Figura 1.

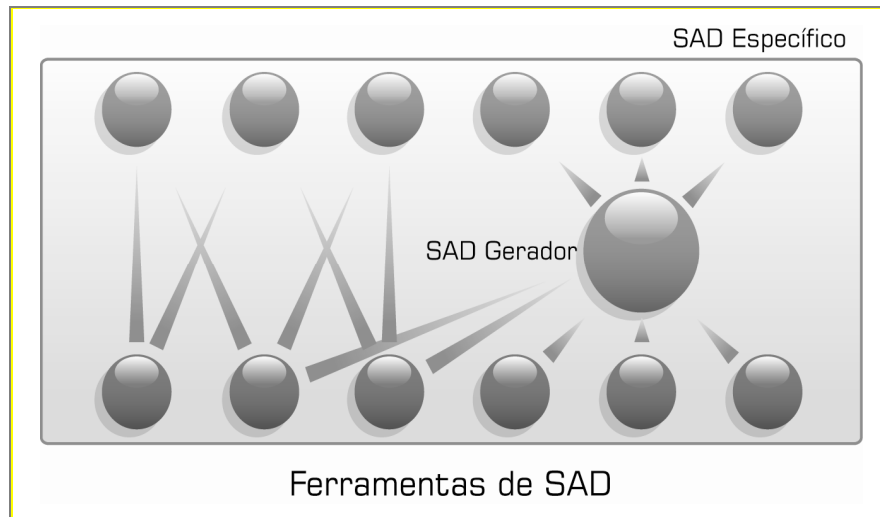


Figura 1: Três tecnologias de SAD

Fonte: adaptado de Sprague e Watson (1989)

Esse artigo concentra seus interesses no SAD específicos que é o SAD de mais alto nível de tecnologia, eles possuem interface amigável e são fáceis de usar. Os SAD específicos são utilizados pelo usuário final do sistema (decisores), realizam as tarefas propostas e permitem que os responsáveis pela tomada de decisão gerenciem os problemas que surgirem em sua área.

### 3. BASES METODOLÓGICAS PARA O DESENVOLVIMENTO DE SAD

Para Sprague e Watson (1989) uma abordagem indicada para o desenvolvimento de SAD é abordagem adaptativa, que se refere à união de todas as etapas do desenvolvimento de um sistema tradicional em uma só, repetida iterativamente. Nela o decisor e o profissional de TI definem um problema inicial e desenvolvem um primeiro sistema simples. A partir daí, o sistema vai sofrendo adaptações para atender às necessidades até tornar-se relativamente estável quando o sistema começa atingir os objetivos planejados.

Diferente do desenvolvimento de protótipo descartável, na abordagem adaptativa, não é desenvolvida apenas uma representação do sistema para compreensão das necessidades, mas sim, um sistema completamente utilizável, que vai evoluindo de acordo com a necessidade. (BINDER, 1994).

Segundo Pearson e Shim (1994) os primeiros Sistemas de Apoio a Decisão surgiram nos anos 60 e 70, para dar suporte aos gerentes na solução de problemas não estruturados. Esses SAD pioneiros eram muito caros, de uso muito específico e difíceis de operar. Para Fazlollahi (1997) os SAD têm sido beneficiados pelo avanço na tecnologia de *software* e *hardware*. Os componentes de dados, modelos e interfaces estão mais sofisticados agora que nas décadas passadas. Os bancos de dados estão maiores e mais fáceis de serem manipulados, os bancos de modelos estão mais complexos refletindo a realidade e as interfaces estão mais amigáveis.

Fazlollahi (1997) completa dizendo que as tecnologias modernas como: uso de interface de gráficos, hipermídia, multimídia, redes neurais, lógica *fuzzy*, algoritmos genéricos, sistemas distribuídos, sistemas cliente-servidor, linguagem orientada a objeto são exemplos de tecnologias recentes que tornaram os SAD mais completos. Mitra (1986) sugere que os Sistemas de Apoio a Decisão tenham características de apoio cognitivo,

portanto esses SAD são capazes de suportar a participação do usuário do sistema no processo de decisão. Devido à estrutura do problema o SAD requer uma abordagem diferente de desenvolvimento dos sistemas tradicionais. Na literatura são encontrados alguns modelos de desenvolvimento de Sistemas de Apoio a Decisão, eles serão mostrados no próximo tópico desse artigo.

#### 4. MODELOS ADAPTATIVOS

Segundo Keen (1980) os principais componentes da abordagem adaptativa incluem o analista, o usuário e o sistema em si (Figura 2). Durante o processo de elaboração do sistema esses elementos interagem uns com os outros influenciando-se mutuamente.

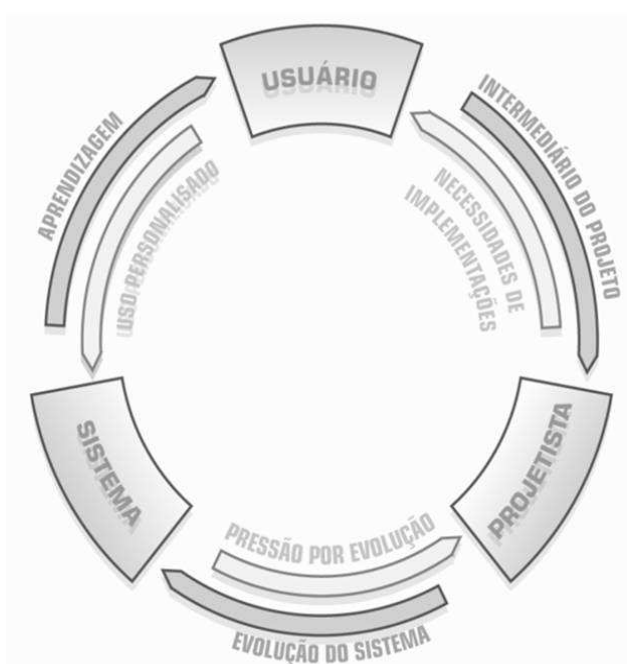


Figura 2: Desenho adaptativo

Fonte: adaptado de Keen (1980)

**Interação Usuário-Projetista:** Envolve comunicação e colaboração entre o usuário e o profissional de TI durante o processo de desenvolvimento de SAD. Através desta interação o usuário fica conhecendo os recursos e as possibilidades de apoio a decisão e o profissional de TI das necessidades do usuário, desenvolvendo assim, um clima de credibilidade. A comunicação eficaz e a colaboração entre as partes são aspectos muito importantes da abordagem adaptativa.

**Interação Usuário-Sistema:** Trata do efeito das características do usuário na utilização do sistema como a introdução do estilo cognitivo do decisor no SAD. Não havendo conexão entre essas duas partes, certamente haverá resistência na utilização do sistema, pois o decisor deverá entender o sistema para utilizá-lo com mais confiança.

**Interação Projetista-Sistema:** Ocorre à medida que o projetista suprime ou acrescenta novos recursos e funções ao sistema. Como o projetista ou profissional de TI é o responsável

pelas modificações do sistema, a interação entre essas duas partes é muito importante, pois os atributos de interface, bancos de dados e modelos serão criados pelo profissional de TI.

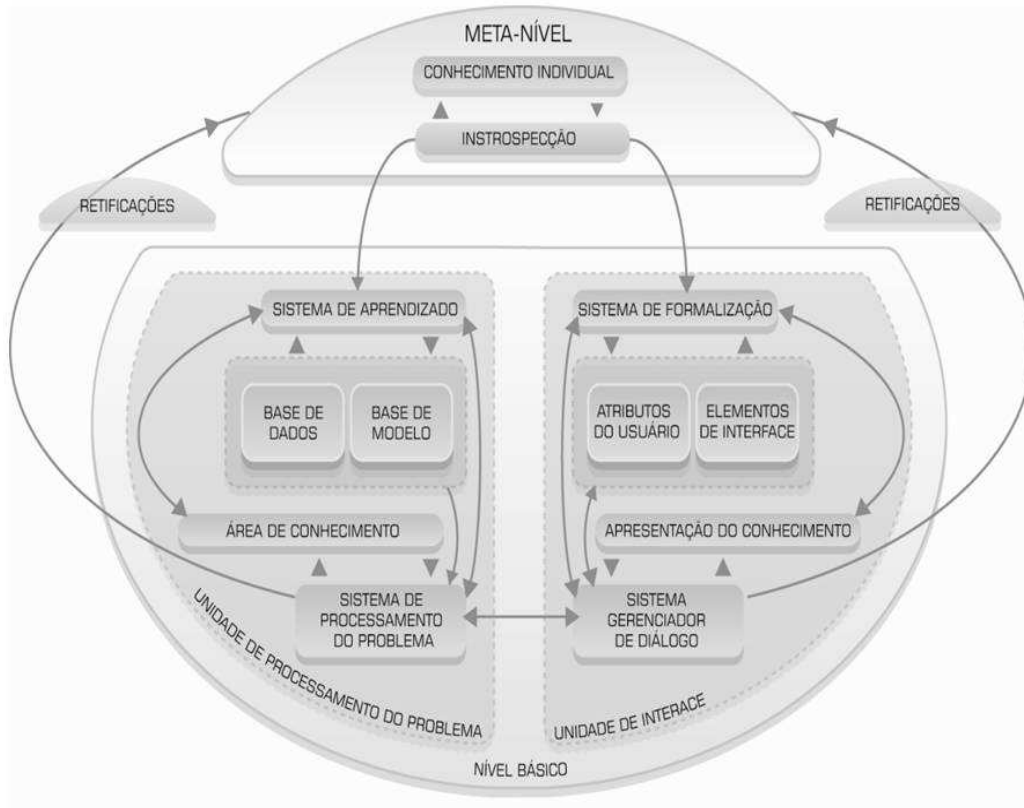


Figura 3: Modelo conceitual de um SAD adaptativo

Fonte: adaptado de Chuang e Yadav (1998)

Por sua vez o sistema pressiona o profissional de TI por adaptações em busca da flexibilidade para adequação às mudanças exigidas pelo ambiente. Chuang e Yadav (1998) propuseram um modelo integrado de SAD adaptável (Figura 3).

Este modelo consiste em dois níveis: meta-nível (*meta-level*) e o nível básico (*basic-level*). Os componentes na unidade do nível básico comunicam-se com o usuário e realizam a tarefa de apoio a decisão. O meta-nível é a unidade controladora com as potencialidades e limitações do sistema, ela pode determinar uma ação apropriada ajustar as potencialidades dos componentes na unidade do básico-nível. Esse modelo enfatiza a visão conceitual da arquitetura de SAD não detalhando aspectos do desenvolvimento propriamente dito de um SAD.

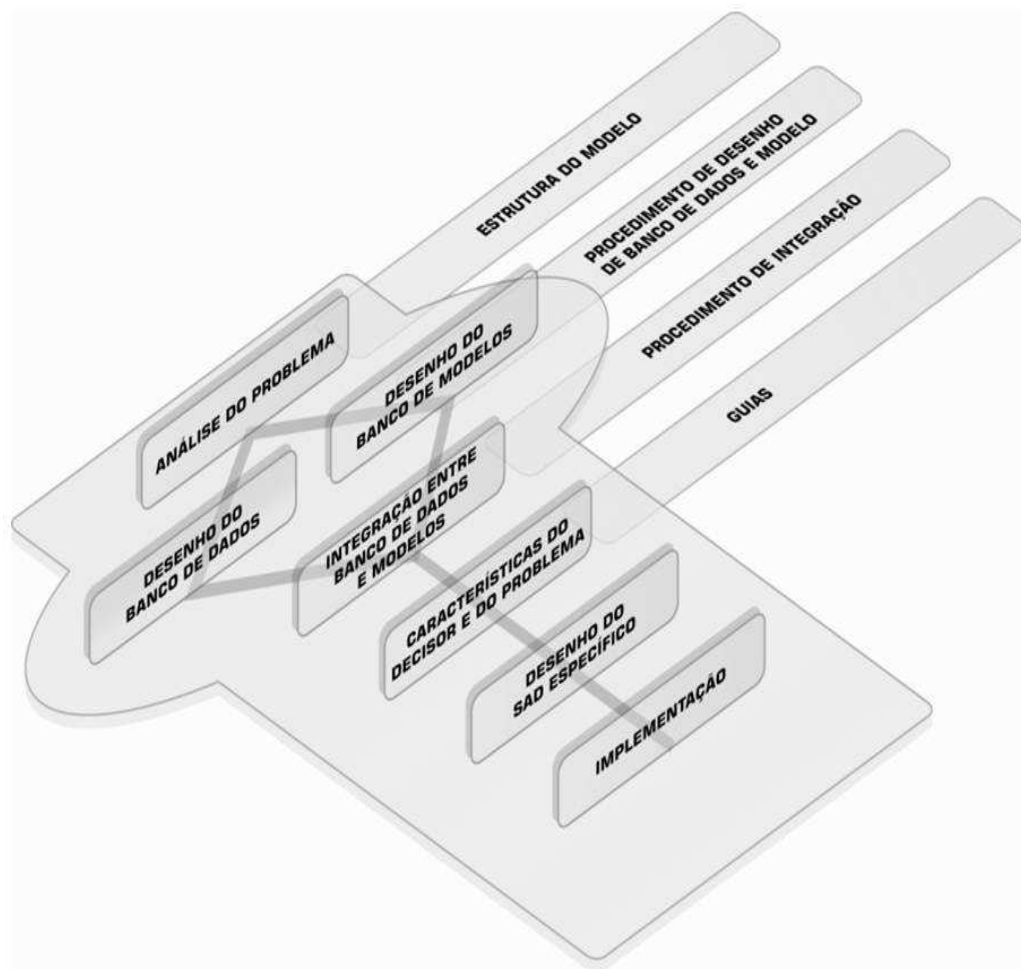


Figura 4: Metodologia de desenvolvimento de SAD

Fonte: adaptado de Raghunathan (1993)

Para Raghunathan (1993) muitos sistemas de apoio a decisão auxiliam o processo decisório fazendo uso de modelos matemáticos. A principal contribuição dessa proposta encontra-se na integração da modelagem do projeto de base de dados e formulação modelo matemático dentro da estrutura do sistema. O projeto do SAD consiste em diversas fases, em cada fase é apoiada por ferramentas específicas como mostrado na Figura 4.

O processo do projeto do SAD começa com uma análise e modelagem do problema. Então, faz-se a modelagem da base de dados e base de modelos. Depois, da integração entre estas bases são identificadas as características do problema e do tomador de decisão para saber o que será usado da base de dados e da base de modelos, para depois fazer a implementação. Esse modelo não se preocupa com a interação entre o decisor, o sistema e o analista, fator considerado na literatura fundamental para o sucesso na implantação de uma SAD.



Figura 5: A dificuldade no modelo cascata

Fonte: adaptado de McConnell, (1996)

McConnell (1996) desenvolveu o WadBOS, um SAD feito para monitoramento do litoral no norte dos Países Baixos, ele faz parte de um SAD maior que se estende pela Alemanha e a Dinamarca (Figura 5). Nos Países Baixos, o mar tem uma função econômica importante, a pesca, a recreação, o transporte, e a mineração são entre as atividades econômicas que geram emprego, renda e alimento para muitos. Para o desenvolvimento do WadBOS, inicialmente foi aplicado o modelo cascata, devido à necessidade de adaptação freqüentes no desenvolvimento do sistema, esse modelo foi adaptado para cascata evolucionário que adiciona a visão do usuário final durante o desenvolvimento do sistema, para melhor desempenho do SAD (McConnell, 1996). Embora esse modelo procure usar a visão do usuário durante o desenvolvimento do sistema, a integração do usuário, do sistema e do analista não é forte quanto necessário no desenvolvimento de um SAD.

A adaptação feita no modelo cascata (Figura 6) foi necessária por uma razão simples, este modelo falha quando aloca as análises das necessidades do sistema no começo do projeto, onde as informações são insuficientes e vagas, sendo difícil projetar uma arquitetura precisa e detalhada para o sistema. Sabe-se também que o projeto técnico requerido para executar o sistema, não é inteiramente fixo. Em tais circunstâncias, o desenvolvimento do projeto é uma atividade interativa, pois fornece a habilidade de poder mudar o sistema em resposta às mudanças na funcionalidade desejada ou na disponibilidade do material para a incorporação.

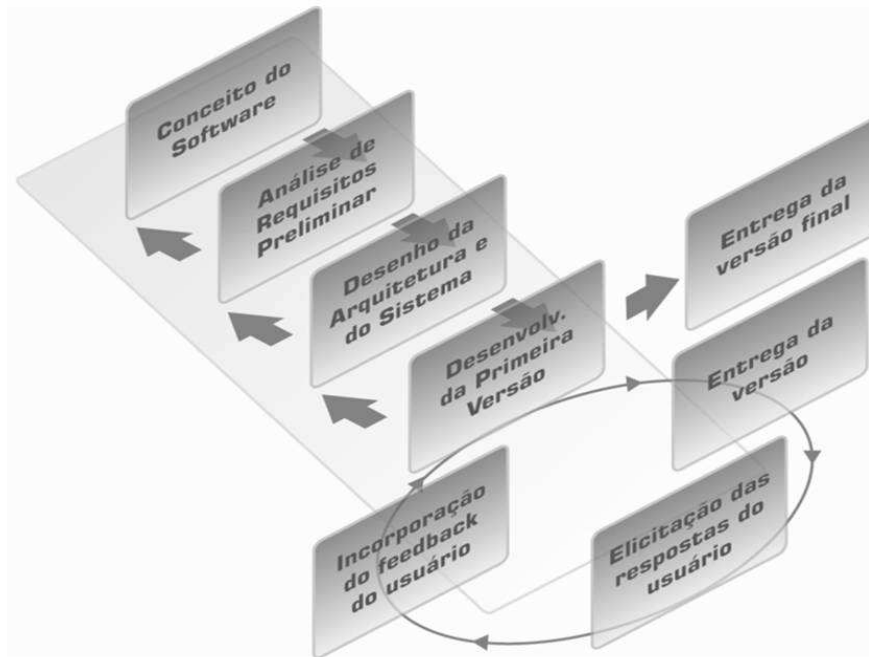


Figura 6: Modelo cascata adicionando visão do usuário final

Fonte: adaptado de McConnell, (1996)

Para Borenstein (1995) o modelo de SAD apresentado na Figura 7, tem ênfase na validação que é importante para o sucesso da tomada de decisão e para o uso continuado de um sistema de apoio a decisão. Sem validação apropriada, o sistema pode causar erros caros.

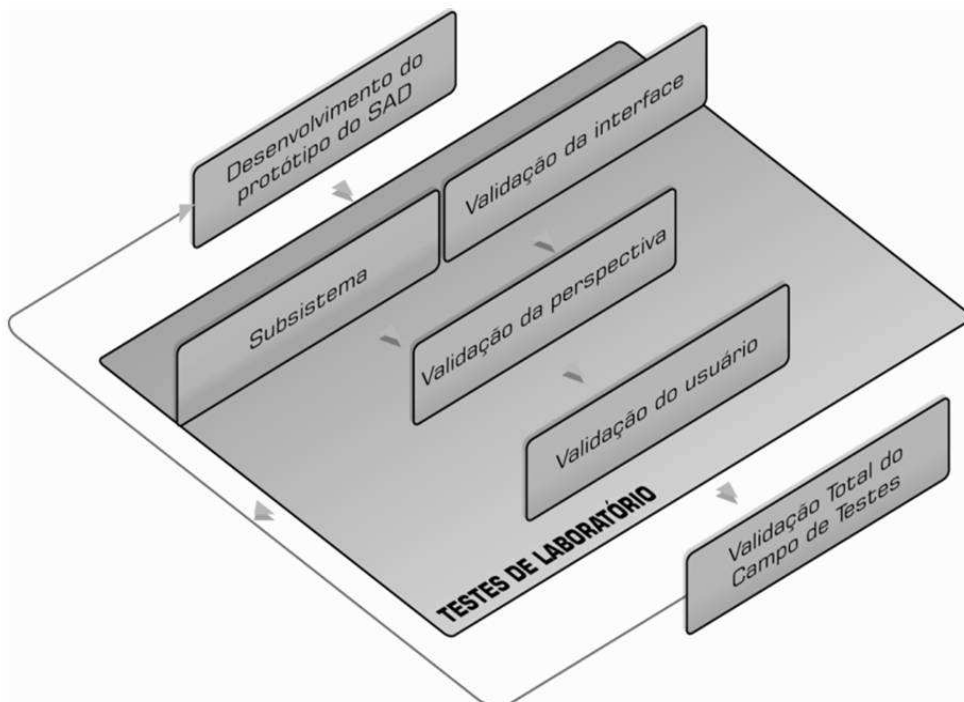


Figura 7: SAD com ênfase na validação dos processos

Fonte: adaptado de Borenstein (1995)



Pouco é sabido sobre métodos eficazes disponíveis para validar tais sistemas por computador. Esse é um novo método para validar SAD que combina os diversos métodos de validação dos modelos de Pesquisa Operacional. Esse modelo não detalha aspectos do desenvolvimento de um SAD, preocupa-se apenas com a etapa de validação do sistema.

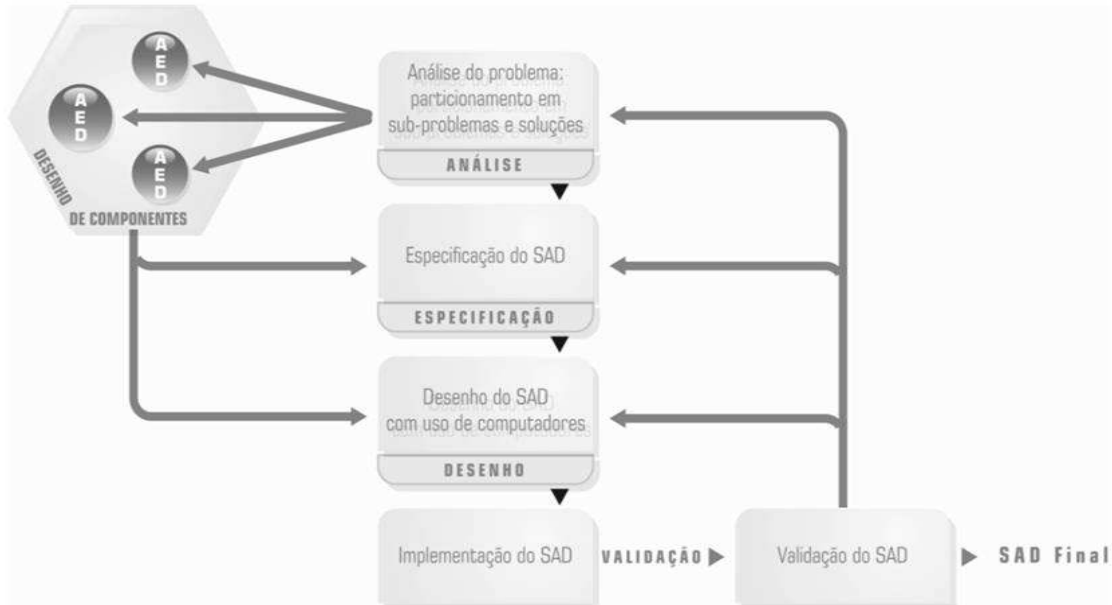


Figura 8: Modelo de desenvolvimento para SAD

Fonte: adaptado de Lepreux et al. (1999)

Lepreux *et al.* (1999) desenvolveram um modelo de desenvolvimento para sistemas de apoio a decisão (Figura 8). Este SAD atualmente é aplicado para investimentos na infraestrutura da via ferroviária da França. É utilizado um modelo de desenvolvimento para projetar *software* com modelos adaptativos ou de re-uso.

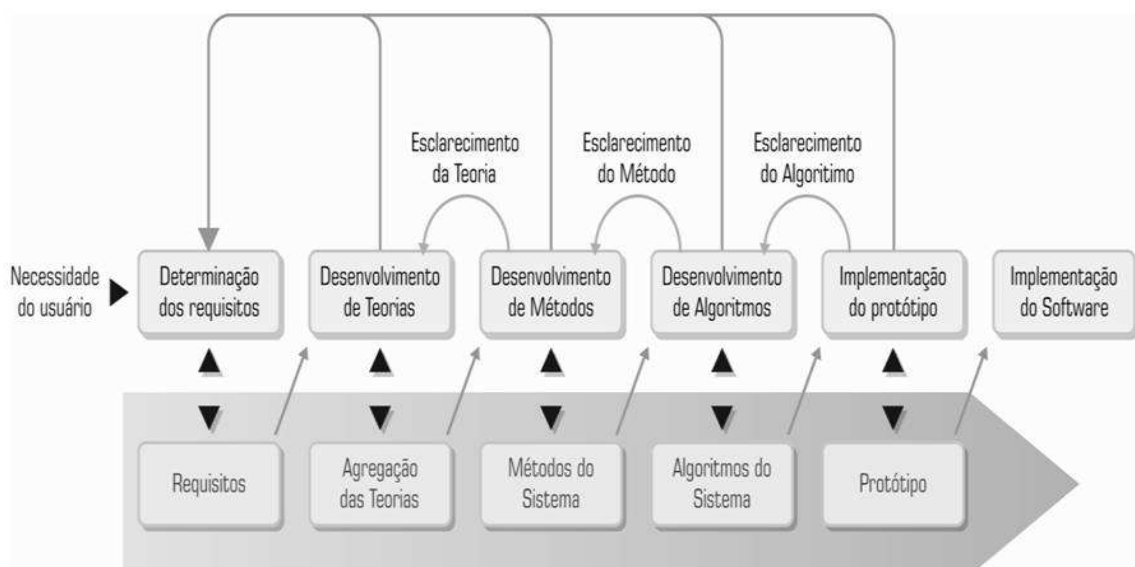


Figura 9: Retroalimentação no desenvolvimento do SAD

Fonte: adaptado de Opiyo et al. (2001)

O modelo proposto por Lepreux, integra o desenvolvimento de componentes na colaboração com os usuários do SAD. O modelo é baseado em um ciclo de vida clássico que envolve cinco fases principais: análise, especificação, projeto, execução e validação. Esse modelo não enfatiza a interação entre decisor, sistema e analista. Nem a identificação das características do decisor, fatores críticos de sucesso no desenvolvimento de um SAD. A ênfase desse modelo é a tecnologia empregada no desenvolvimento.

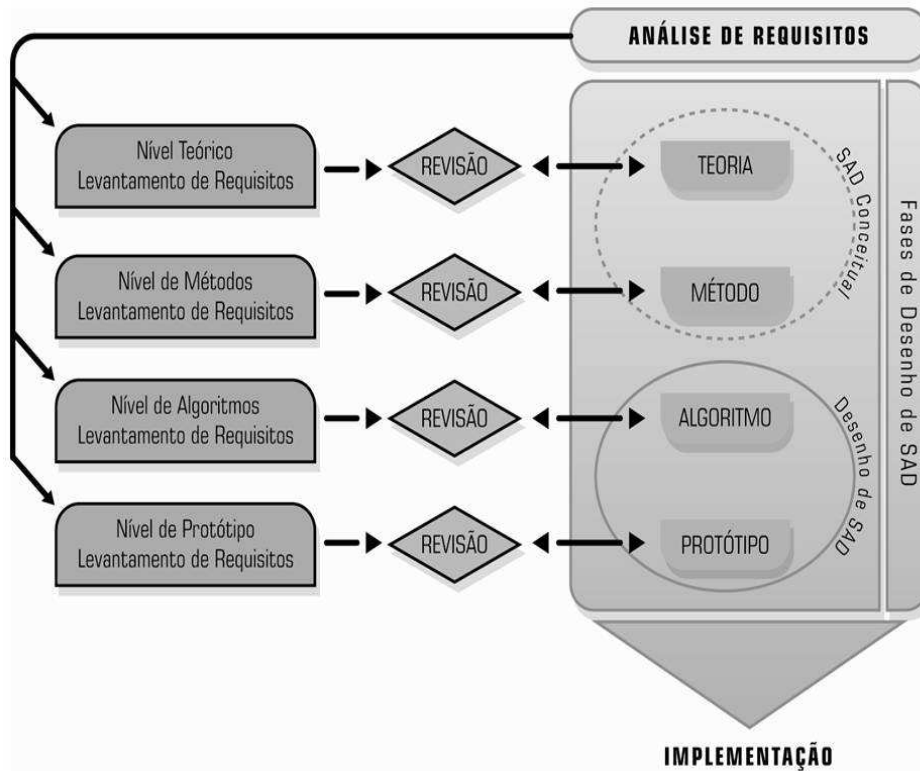


Figura 10: Pré-implementação de teste em SAD

Fonte: adaptado de Opiyo et al. (2001)

Opiyo *et al.* (2001) desenvolveram um SAD que mostra o processo de retroalimentação no sistema (Figura 9 e 10).

Inicialmente foi analisado o processo do desenvolvimento do SAD, depois foi proposta uma metodologia detalhada para testar a pré-execução do SAD. Frequentemente os problemas resolvidos por esse sistema são extremamente complexos e os conceitos da solução são desconhecidos. Esse modelo enfatiza as técnicas empregadas no desenvolvimento, negligenciando aspectos que envolvem o decisor.

Na Figura 11, Wu *et al.* (2004) desenvolveram um SAD baseado em formulários de decisão, o FBDSS (*form-based decision support systems*) são tipos especiais de sistemas de informação que usam formulários para apresentar a informação para a tomada de decisão. São formulários que são usados frequentemente coletando e disseminando informação nos escritórios que são bases naturais para eliciar exigências de informação do usuário. São particularmente úteis para sistemas orientados ao usuário.

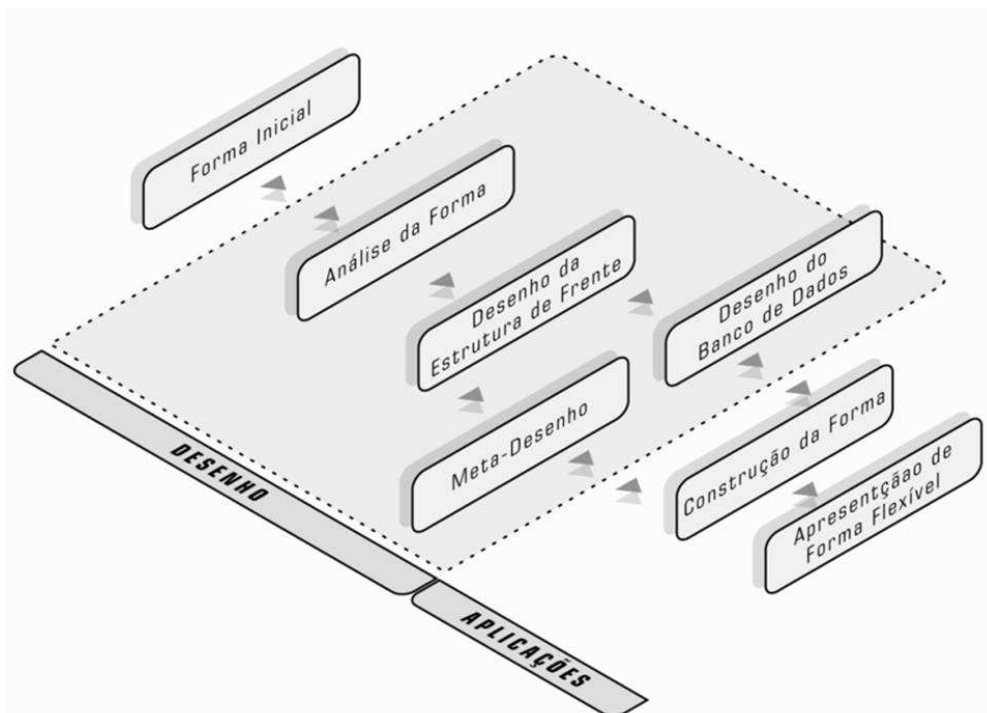


Figura 11: Metodologia para desenvolvimento do FBDSS

Fonte: adaptado de Wu et al. (2004)

O modelo permite a criação e a modificação flexíveis no desenvolvimento do sistema. Nesse modelo são negligenciados aspectos envolvendo o decisor e sua interação com outros componentes no desenvolvimento do SAD.

## 5. RESULTADOS

Foram apresentados alguns modelos de desenvolvimento Sistemas de Apoio a Decisão encontrados na literatura. Percebe-se que cada um deles abordou algum aspecto considerado como relevante para desenvolvimento dos SAD, porém percebeu-se também que quando um aspecto relevante é levado em consideração outro é negligenciado. Mas na fase inicial do desenvolvimento dos SAD o sistema sempre começa com uma percepção informal e subjetiva da necessidade do usuário e sempre termina com um modelo formal e objetivo de computação (*software*). Ao longo do processo de mudança, os objetos, as propriedades e seus relacionamentos no sistema objeto adquirem significado (HIRSCHHEIM *et al.*, 1985).

Essas mudanças não devem ser observadas como algo negativo e sim como um meio consciente para se atingir as metas impostas em prol de um SAD que, de fato, sirva para o apoio na tomada de decisão. Para Sprague e Watson (1989) o processo adaptativo pode ser visto como ciclo iterativo. Em cada ciclo os recursos são acrescentados ou suprimidos do *software*.

## 6. CONCLUSÃO

A atividade de desenvolvimento de *softwares* adaptativos exige um elevado grau de envolvimento entre os usuários finais e os desenvolvedores, no entanto, muitas vezes esse

relacionamento não ocorre como deveria pelos mais diferentes motivos, comprometendo a qualidade e sucesso do produto final. Para apoiar esse relacionamento, e tentar minimizar as diferenças, a Engenharia de *Software* tem evoluído através da proposição de diferentes modelos de desenvolvimento de sistemas que auxiliam no desenvolvimento dos SAD.

Diferente do desenvolvimento de um sistema de informação que apóia decisões estruturadas, num SAD é comum o surgimento de novas necessidades durante o desenvolvimento do sistema, pois o problema é complexo e o decisor não tem todo o domínio sobre o processo decisório que será apoiado. Em técnicas tradicionais de desenvolvimento de sistemas de informação, não existe estudo abrangente sobre o processo de tomada de decisão, nem consideração das preferências e hábitos dos decisores.

Encontram-se na literatura modelos para desenvolvimento de SAD, estes modelos enfatizam a arquitetura clássica dos SAD (base de dados, base de modelos e diálogo), a maioria deles trata o entendimento do problema, a integração entre bases de dados e modelos e as características do decisor como etapas isoladas do processo de desenvolvimento sem preocupar-se com a integração entre os diversos atores (decisor, ambiente e projetista) envolvidos em cada etapa do processo, embora em alguns modelos, verifica-se a busca de adicionar a visão do decisor ao SAD durante o processo de desenvolvimento do SAD (RAGHUNATHAN,1993; BORENSTEIN,1995; McCONNELL,1996; CHUANG e YADAV,1998; LEPREUX *et al.*, 1999; OPIYO *et al.*, 2001; WU *et al.* 2004).

O maior desafio para o desenvolvimento dos SAD é encontrar a forma de como construir um sistema implementando as necessidades de desenvolvimento exigidas por eles. Muitas vezes construir um sistema para apoiar uma decisão não-estruturada, pode parecer um jogo de tentativa-e-erro na busca por um objetivo, podendo provocar conflitos nas relações entre decisores e profissionais de TI e gerar insatisfação em ambos (BARBOSA, 2003). Mas existe a certeza que ao se construir um Sistema de Apoio a Decisão uma abordagem indicada é adaptativa, onde o decisor e o profissional de TI definem um problema inicial e desenvolvem um primeiro sistema simples. A partir daí, o sistema vai sofrendo adaptações para atender às necessidades até tornar-se relativamente estável quando o sistema começa atingir os objetivos planejados.

## **7. AGRADECIMENTOS**

Capex - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

## **8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ALVIM, P. C. Bases de um sistema informacional para o apoio à tomada de decisão da inovação em empresas da base tecnológica. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, 2002.
- BARBOSA, G. R. Sistemas de Apoio a Decisão sob o enfoque de Profissionais de Tecnologia da Informação e Decisores. Dissertação de Mestrado, PPGEP, UFPE, 2003.
- BIDGOLI, H. Decision Support System - Principles and Practice. New York: West Publishing Company, 1989.
- BINDER, F. Sistemas de apoio à decisão. São Paulo: Érica, 1994.
- BORENSTEIN, I. Integrated Decision Support System for Flexible Manufacturing Design, PhD thesis, University of Strathclyde, Glasgow, Scotland, 1995.

- CHEN, J. Q.; LEE, S. M. An exploratory cognitive DSS for strategic decision making. Decision Support Systems 36. Elsevier Science, 2003.
- CHUANG, T. ; YADAV, S. B.; The development of an adaptive decision support system. Decision Support Systems, 1998.
- COURTNEY, J. Decision making and knowledge management in inquiring organizations: toward a new decision-making paradigm for DSS. Decision Support Systems, maio, 2001.
- DAVIS, C.; Management information systems: Conceptual foundations, structure and development. New York: McGraw-Hill, 1974.
- FAZLOLLAHI, B.; PARIKH, M. A.; VERMA, S.. Adaptive decision support systems. Decision Support Systems 20 Elsevier Science, 1997.
- HIRSCHHEIM, R.A. User Experience with and Assessment of Participative Systems Design. MIS Quarterly, December 1985.
- KEEN, P.G.W. Decision support systems: A research perspective. Data Base, 12, 1980.
- LEPREUX S., ABED M., KOLSKI C., JUNG S., LEGENDRE M. A methodology for decision support system design in railway capacity evaluation. In Morten Lind (ed). 20th European Annual Conference on Human Decision Making and Manual Control, EAM1999, Copenhagen, June 1999.
- McCONNELL S., Rapid Development. Taming Wild Software Schedules. Microsoft Press, Redmond, Washington. 1996.
- MITTRA, S. Decision Support Systems - Tools and Techniques; New York: John Wilwy; Sons, 1986.
- OPIYO, E.Z.; Vergeest, E. Akar, Computer-supported shape conceptualization—interfacing engineers with academic research, in: Proceedings of the International Conference on Engineering Design, 2001.
- PEARSON, J. M.; SHIM, J.P. An empirical investigation into decision support systems capabilities: A proposed taxonomy. Information e Management 27, 1994.
- PRESSMAN, R. S. Software engineering. New York : McGraw-Hill. 1987.
- RAGHUNATHAN, K. A Knowledge Acquisition Tool for Modeling Systems, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics 23, 1993.
- SOMMERVILLE, I. , Engenharia de software, Prentice Hall Brasil, 6ª Edição, 2003.
- SPRAGUE, Jr.; WATSON, H. Decision support systems: putting theory into practice. USA: Prentice-Hall, 1989.
- SPRAGUE, R. H. A Framework for the Development of Decision Support Systems, Management Information Systems Quarterly, December, 1980.
- STABELL, C. Towards a theory of decision support. in: Decision support and executive information systems. Englewood Cliffs: Prentice Hall, p 45-57., 1994.
- WU, J.; DOONG, H.; LEE, C.; HSIA, T.; LIANG, T. A methodology for designing form-based decision support systems. Decision Support Systems 36. Elsevier Science, 2004.