MANUFATURA ÁGIL: FERRAMENTA DE MEDIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE EMPRESAS E SEUS MERCADOS

José Rodrigues
Universidade Federal Fluminense (UFF)
Rua Passo da Pátria, 156 – sala 240 – Bloco D – São Domingos – Niterói – RJ - Brazil
rodrigues@labceo.uff.br

Tauã Ramiro
Universidade Federal Fluminense (UFF)
Rua Passo da Pátria, 156 – sala 240 – Bloco D – São Domingos – Niterói – RJ - Brazil
taua.ramiro@gmail.com

Robson Alves
Universidade Federal Fluminense (UFF)
Rua Passo da Pátria, 156 – sala 240 – Bloco D – São Domingos – Niterói – RJ - Brazil
rbsalves@hotmail.com

Carlos Pais
Universidade Federal Fluminense (UFF)
Rua Passo da Pátria, 156 – sala 240 – Bloco D – São Domingos – Niterói – RJ - Brazil
carlospais@yahoo.com

Leandro Gomes
Universidade Federal Fluminense (UFF)
Rua Passo da Pátria, 156 – sala 240 – Bloco D – São Domingos – Niterói – RJ - Brazil
lsgomes@gmail.com

Bruno Mourão
Universidade Federal Fluminense (UFF)
Rua Passo da Pátria, 156 – sala 240 – Bloco D – São Domingos – Niterói – RJ - Brazil
mouraomello@yahoo.com.br

RESUMO

Nos anos 1990 é lançado o conceito de Manufatura Ágil (MA). Este conceito é percebido diante do aumento da concorrência entre empresas que se baseiam cada vez mais em processos, onde há integração cliente-fornecedor para o projeto, produção e suporte de produto/serviço. Assim, é necessário que haja decisões rápidas, pessoal treinado e com poder de decisão, sistemas integrados e flexibilidade de produção. Isto, porém, ainda não faz parte da realidade prática dos corpos gerenciais das organizações, devendo haver ferramentas para medir o grau de agilidade de uma organização e de quanto o mercado requer processos baseados em MA.

Palavras-chave. Manufatura, ágil, ambiente.

ABSTRACT

In the 1990s it launched the concept of Agile Manufacturing (AM). This concept is perceived in the face of increased competition among companies that rely increasingly on processes, where there is customer-supplier integration for the design, production and product support / service. Thus, there must be quick decisions, trained personnel with decision-making, integrated systems and production flexibility. This, however, is not yet part of the practical reality of the management bodies of the organizations, and there should be tools to measure the agility of an organization and as the market requires processes based on MA.

KEYWORDS. Agile, manufacturing, environment.

1. Introdução

Desde os anos 90, a manufatura tem passado por mudanças a uma taxa acelerada e a velocidade de resposta a requisitos de mercado está se tornando o mais importante na competição com outras empresas (VOKURKA, 1998).

A crise econômica, que eclode em 2008, mas já nos é evidente mesmo antes do início do século XXI, tem provocado mudanças dramáticas em vários aspectos do mundo corporativo e a capacidade de adaptação a nova realidade do mercado tem se tornado cada vez mais evidente. O comportamento dos mercados tem se apresentado mais dinâmico, o acesso a informação foi extremamente facilitado e devido a este fato e o constante desenvolvimento tecnológico, os ciclos de vida de produtos se tornam mais curtos e a exigência de capacidade de customização dos mesmos é cada vez maior.

Neste contexto surge o conceito de *manufatura ágil*, que foi introduzido através de uma solicitação do congresso norte americano ao Iaccoca Institute, por um estudo buscando definir as bases da indústria para o próximo século. Um dos objetivos do estudo seria definir os caminhos para que as empresas americanas pudessem voltar a ser competitivas internacionalmente, fazendo frente às novas potências industriais e principalmente ao Japão (COLIN, n.d.)

A agilidade se relaciona com a interface entre a empresa e o mercado. Essencialmente é um conjunto de habilidades para encontrar vasta variedade de requisitos do cliente em termos de preço, especificação, qualidade, quantidade e entrega. A agilidade pode ser expressa possuindo quatro princípios fundamentais (GOLDMAN, 1995):

- Entregando valor ao cliente;
- Estando pronto para mudança;
- Valorizando conhecimento humano e habilidades;
- Formando parcerias virtuais.

De acordo com Kidd (1995) em seu trabalho "AGILE MANUFACTURING: A STRATEGY FOR THE 21st CENTURY", a manufatura ágil pode ser considerada como a integração de organização, pessoas altamente capacitadas e tecnologias avançadas para obter cooperação e inovação em resposta à necessidade do fornecimento de produtos customizados e de alta qualidade aos clientes.

Para a sobrevivência no atual cenário econômico e obtenção de vantagens competitivas há a necessidade de reação rápida a mudanças de mercado. O conceito de manufatura ágil assim como sua aplicação no ambiente corporativo pode atender a esses requisitos de mercado. Apesar de estar cada vez mais evidente no mundo corporativo, este conceito ainda não se encontra totalmente difundido.

Visando um estudo e aplicação deste conceito, é estabelecida neste trabalho uma metodologia para avaliar e desta forma ajudar empresas a formular políticas estratégicas na sua busca pela manufatura ágil. Analisam-se quatro dimensões ou aspectos que influenciam na agilidade corporativa: Estratégias, tecnologias, sistemas e pessoas. Também foi desenvolvido um modelo de avaliação e classificação de categoria de agilidade da empresa em relação ao seu mercado,

visando estudar as circunstâncias em que uma empresa que deseja a agilidade e para proporcionar uma visão preliminar para a empresa se deslocar no sentido da mesma.

1.1 Comparação entre as três eras produtivas

Diversos estudos detalham a evolução das eras produtivas e comparam as especificidades de cada fase. Não é objetivo do presente trabalho detalhar estes fatores, porém, faz-se necessário listar as principais características de cada era. No quadro a seguir exibimos a comparação proposta por Irani, Sharp e Desai (1999):

	Produção em Massa	**Produção Enxuta**	**Produção Ágil**
Condutores	· Preço · Economia de Escala · Mercados Estáveis · Guiado pela demanda	· Mercado · Economia · Mercados previsíveis · Produção por previsão (empurrada)	· Cliente · Economia da diversidade · Mercados imprevisíveis · Produção por comando (puxada)
Foco	· Equipamentos e facilidades	· Tecnologia e Sistemas	· Pessoal e informação
Fornecedores	· Muitos · Baixo nível de confiança · Relacionamento	· Poucos · Alto nível de confiança · Cooperação	· Seleção entre muitos · Alto nível de confiança · Risco dividido e recompensa
Organização	· Divisão do trabalho · Hierárquica	· Formação de equipes · Empresa horizontal	· Habilidades múltiplas · Empresa horizontal e vertical · Energização
Produto	· Poucas Opções · Qualidade insonssistente	· Muitas opções · Grande qualidade	· Customizado · Projetado por propósito · Grande Qualidade
Processo	· Rígido · Manual	· Flexível · Automatizado	· Adaptável · Baseado em conhecimento
Filosofia	· Autoritarismo	· Administrativo	· Liderança

Fonte: Adaptado de: Irani, Sharp e Desai(1999)

Tabela 1 - Comparação entre as três eras produtivas

2. Dimensões da Manufatura Ágil

Vamos avaliar a manufatura ágil em 4 dimensões que podem de forma resumida apontar as principais áreas onde uma empresa ou uma rede de empresas podem direcionar seus esforços para buscar obter a agilidade. Destaca-se que em um Ambiente de Manufatura Ágil, as associações entre empresas ocorrem de forma contínua, podendo configurar parcerias de longa ou de curta duração de acordo com o objetivo da parceria em questão e a movimentação dos mercados, assim sendo destaca-se que as dimensões a seguir apresentadas devem ser tratadas não apenas na estrutura da empresa e sim na estrutura das redes de empresas que se unem para produzir de maneira ágil.

2.1 Estratégias

É evidente a necessidade de se criar estratégias que levem em conta as características da MA, lidando com mudanças cada vez mais freqüentes, mas sem que seja perdida a visão de longo prazo e a sustentabilidade da organização. A estratégia de direcionar o trabalho para que seja obtida formação rápida de padrões, assim como alianças baseadas em núcleos de conhecimento.

Sem estratégias adequadas, tecnologias e sistemas sozinhos não são suficientes para alcançar a agilidade (GUNASEKARAN, 1999).

Também deve-se destacar dentro das estratégias o tema referente a formação da "Empresa Virtual", que nada mais é do que organizações originadas de alianças estratégicas com foco em conhecimentos específicos de cada uma das partes. Fica evidente em um Ambiente MA a

necessidade de construir alianças rápidas em torno de um projeto, destacando-se a necessidade de organizar e comunicar rapidamente e a importância da coordenação de times multidisciplinares de alto desempenho.
Referente à cadeia de suprimentos, mostra-se evidente a necessidade de integração e flexibilidade dos fornecedores e consumidores, destacando a necessidade total de organização e controle no que tange logística e sistemas para suprir o mesmo. Em um ambiente de agilidade, alianças entre fornecedores e consumidores podem ser feitas e desfeitas diversas vezes e toda a cadeia deve estar embasada em um sistema ágil de produção.
O tema de "Engenharia Paralela" também deve ser observado devido ao fato da manufatura ágil requerer mudanças no que tange a formação dos times de desenvolvimento de produto, e projetos paralelos sendo desenvolvidos e integrados o tempo todo, havendo assim a necessidade do time ser composto por diversas expertises, visando garantir todas as características necessárias ao produto e sua colocação no mercado. A Engenharia Paralela é importante diante da necessidade de ocorrer eventos paralelos, já que nem sempre há tempo para seqüencias e toda a redução de custos e de tempo é importante para o sucesso de projetos em Ambiente MA.

2.2 Tecnologias

O ambiente ágil de manufatura tem consumo e produção globalizados, havendo parcerias internacionais em diversas situações, desta forma deve haver tecnologia aplicada em todos os estágios do ciclo de produção do produto. Devem ser utilizadas diversas tecnologias que facilitam a comunicação, o projeto, a produção e a logística de produtos e serviços, como sistemas CAD e a World Wide Web. Todas as tecnologias devem ser integradas para atender as diversas parcerias que surgem e são desfeitas a todo momento.
Sobre "hardware – equipamentos e ferramentas" é proeminente a necessidade na MA da rápida montagem de um produto, assim como a rápida mudança para montagens de produtos diferentes, deixando o processo de manufatura estruturado para diversos ajustes com a utilização da robótica e outras tecnologias que flexibilizam a produção, já que deve haver foco para mudanças imprevisíveis do mercado.

2.3 Sistemas

Referente ao tema sistemas, destaca-se o que tange a "Tecnologia da Informação", pois é importante lembrar que em um Ambiente de Manufatura Ágil a informação é peça fundamental em todas as etapas, destaca-se também que as alianças são feitas onde e quando existe necessidade de informação, em momentos como: projeto, venda, logística, entre outros.
Os sistemas são necessários também no que se refere aos sistemas de apoio a decisão, sistemas para controle e planejamento, planejamento dos requisitos de materiais, projeto, manufatura e cronogramas. Em um Ambiente de Manufatura Ágil a coordenação de diversas etapas deve ser precisa e apoiada, pois por vezes, o sucesso desta coordenação é o que garantirá o sucesso de um projeto.
Sobre "Sistemas para Projeto" destaca-se a necessidade de plataformas para múltiplos times e projetistas desenvolverem um projeto de forma organizada. Pois, como mencionado anteriormente, as parcerias são formadas e desfeitas de maneira constante, um projeto é desenvolvido por equipes multidisciplinares espalhadas por diversos locais em diversas empresas que constituíram a parceria estratégica formando a empresa virtual.
Sobre "Sistemas de planejamento e controle da produção" destacam-se os sistemas de monitoramento em tempo real da produção, gerenciamento e armazenamento de dados. A logística em um Ambiente MA, tem papel de destaque. O fluxo de suprimentos e produtos deve ser preciso e coordenado em todas as etapas, para que a produção ocorra de maneira enxuta e sem atraso ou desperdícios.
Sobre "Sistemas de dados de gerenciamento e integração" destaca-se a necessidade de se integrar sistemas de diversas empresas que vão compor as empresas virtuais quando das parcerias estratégicas, auxiliando no funcionamento da "Empresa virtual de manufatura". Deve-se lembrar da existência cada vez maior de softwares que tem a função exclusiva de integrar sistemas existentes em diversas organizações, ou até mesmo dentro de uma grande organização com várias unidades espalhadas pelo globo.

2.4 Pessoas

Referente a dimensão pessoas, se constitui de forma contundente a necessidade do envolvimento e do preparo das pessoas em um ambiente de MA. Expostos a grandes níveis de imprevisibilidade a força de trabalho deve apresentar elevada capacidade de adaptação para atuar com flexibilidade, mantendo baixos os custos, tudo isso diante de ciclos de vida de produtos cada vez menores.

Pela incorporação de um grupo mais diversificado de características em uma rede, provemos uma compreensão mais completa da aceitação das metodologias ágeis (CHAN, 2009).

Faz parte do que é considerado ágil as formações multidisciplinares buscando o rápido desenvolvimento de produtos e a maneira de produzir, buscando assim a entrada rápida no mercado.

Em trabalhos e projetos a interação entre as pessoas é deveras importante, envolvendo inclusive os clientes nas interações de projetos.

Desenvolvimento ágil enfatiza o fator humano, tanto os desenvolvedores quanto os usuários desempenham papéis importantes no desenvolvimento ágil (COCKBURN, 2001).

Em seu trabalho Agile manufacturing: A framework for research and development, Gunasekaran (1999) destaca como as principais características: trabalhadores com conhecimento, suporte da alta administração e trabalhadores com poder de decisão, além de bem treinados e com educação de alto nível. Estas características da força de trabalho devem estar presentes para que seja possível a organização se manter em um ambiente de MA. Para tanto, a avaliação da adequação de uma empresa aos critérios de MA deve levar em consideração a estrutura organizacional, além do perfil de formação da força do trabalho.

Referente a formação da força de trabalho, deve-se destacar que a mesma abrange os modelos atuais de formação acadêmica, mas deve ser reforçada com outros conhecimentos devido ao grande nível de interação multidisciplinar oriunda de um ambiente MA.

3. Manufatura ágil na prática

Dentro dos objetivos do presente trabalho iniciaremos nesta seção a apresentação dos conceitos ligados a MA de forma mais prática.

Segundo Nagel (1991) e Kidd (1995), o conceito de agilidade é compreendido por dois fatores principais que são:

- Respostas as mudanças (antecipadamente ou inesperadas) de forma própria e em tempo adequado;
- Exploração das mudanças como oportunidades, tomando vantagens competitivas.

No contexto da MA consideramos como habilidades básicas para a organização a sensibilidade, percepção e antecipação às mudanças no ambiente de negócios. E é buscando antecipar, identificar e adquirir as capacidades e habilidades relevantes para se tornar ágil que Sharifi e Zhang (2001) desenvolveram uma metodologia para auxiliar as empresas a tomarem decisões estratégicas. O modelo conceitual de agilidade proposto por Sharifi e Zhang (2001) é constituído de três elementos; “Condutores de Agilidade”, “Capacitadores de Agilidade” e “Fornecedores de Agilidade”.

3.1 Condutores de agilidade

São as alterações / pressões do ambiente de negócios que exigem da empresa a busca por novas formas de gerir o seu negócio, a fim de manter a sua vantagem competitiva. Eles existem em qualquer empresa e setor e devem ser vistos como impulsionadores da agilidade.

Podemos categorizar estes condutores como (BARRETO, 2001):

- Mudanças de mercado: crescimento do nicho de mercado, mudanças políticas, vida útil de mercado do produto, etc;
- Mudanças de competitividade: mudança rápida de mercado, pressão para aumento de preço do produto, inovação, aumento de pressão com a globalização, poder de resposta da concorrência, etc;
- Mudanças de desejos dos clientes: demanda por produtos customizados, tempo gasto na prestação de determinado serviço, expectativa por qualidade, etc;
- Mudanças por tecnologia: eficiência, rapidez e economia no processo, novos softwares ou hardwares, etc;

- Mudanças por fatores sociais: pressão de mercado, pressões políticas e legais, problemas culturais, mudanças nos contratos sociais, etc.

3.2 Capacidades de agilidade

São as capacidades essenciais que as empresas precisam, a fim de responder positivamente e para tirar vantagens das mudanças. Podem ser divididos em, basicamente, quatro categorias (BARRETO, 2001):

- Poder de Resposta: Capacidade de identificar mudanças e responder a elas reativamente ou pró – ativamente;
- Competência: Habilidades que promovem produtividade, eficiência e efetividade nas atividades da companhia. Ex: visão estratégica, tecnologia apropriada qualidade de produtos e serviços, balanço de custos, gerenciamento de mudanças, equipe qualificada, cooperação, etc.;
- Flexibilidade: Habilidade de processar diferentes produtos e atingir diferentes objetivos com mesma eficiência. Ex: flexibilidade de volume, configuração, organização e pessoal;
- Rapidez: Habilidade de desenvolver operações, tarefas etc. com menor tempo possível. Ex: velocidade no lançamento de novos produtos, entrega de produtos e serviços ou no tempo de operações.

Também devemos categorizar como as mudanças podem afetar uma companhia para formatação dos capacitadores de agilidade:

- Afetam as atividades atuais: Necessitam de resposta imediata e reação utilizando os capacitadores corretos;
- Afetam a posição de mercado da empresa: Necessitam de revisão estratégica da empresa e definição de planos de ação corporativos;
- Transformam o ambiente de mudanças em oportunidades: Necessitam de revisão da estratégia futura da companhia.

3.3 Fornecedores de agilidade

São os meios pelos quais os chamados recursos poderiam ser obtidos. Para cada domínio de capacitadores de agilidade são definidos fornecedores específicos. Estes buscam suprir as necessidades encontradas pelos capacitadores. Os fornecedores são de suma importância, pois são os mecanismos de concretização do processo de agilidade (BARRETO, 2001).

3.4 Visão geral do modelo de Sharifi e Zhang (2001)

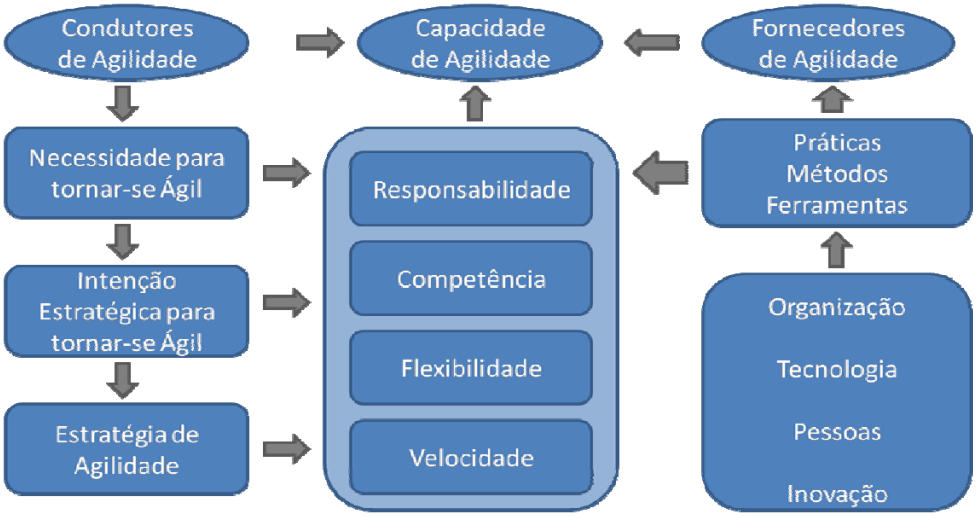

Figura 1 - Modelo de Sharifi e Zhang (2001). Fonte: Adaptado de Sharifi e Zhang (2001).

Com referência ao modelo conceitual da agilidade acima, uma metodologia foi desenvolvida para ajudar empresas a formular políticas estratégicas na sua busca pela manufatura ágil. A metodologia consiste em três fases principais, a determinação da necessidade de agilidade da empresa e o seu atual nível de agilidade, a determinação das capacidades necessárias à agilidade

em ordem para a empresa tornar-se ágil, e a identificação de fornecedores de agilidade ou práticas empresariais e ferramentas que poderiam trazer a capacidade reconhecida para a empresa. A metodologia está representada de forma gráfica na Figura 2.

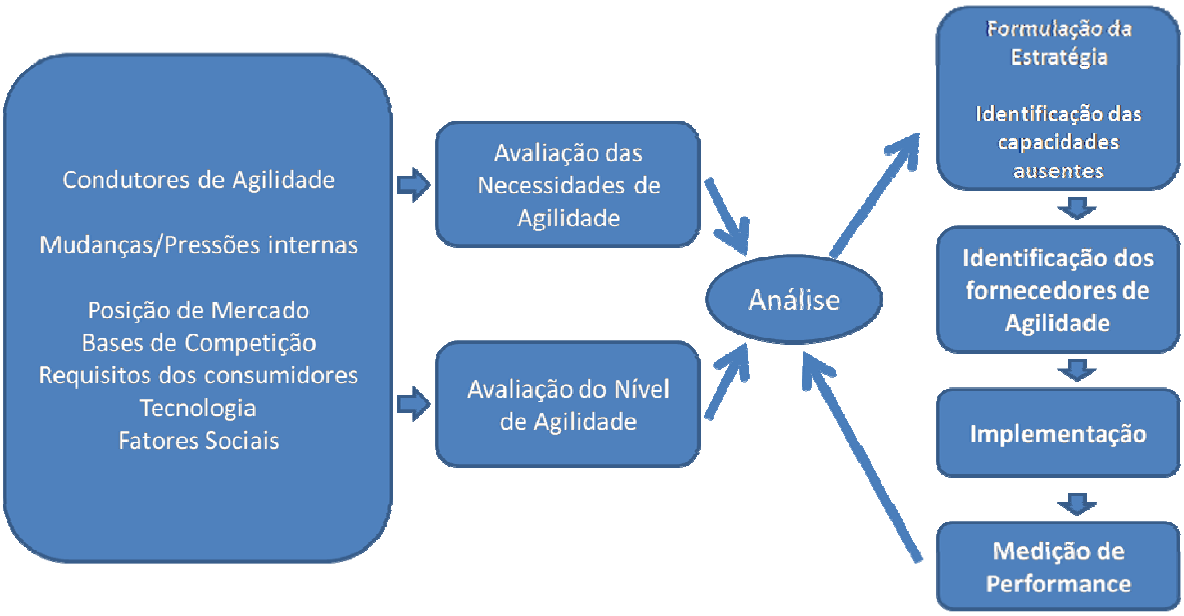

Figura 2 - Metodologia de avaliação

Conforme a figura 2, podemos identificar as seguintes etapas no modelo:
- *Condutores de Agilidade - O primeiro passo da metodologia é identificar os condutores de Agilidade, que estimulam a empresa na busca de agilidade. Incertezas, mudanças e pressões são exemplos de condutores que levam as mesmas a procurar formas de manter sua vantagem competitiva;*
- *Avaliação da necessidade de agilidade* - O próximo passo é identificar a necessidade de agilidade da empresa. Ela é função de vários fatores, dentre eles, turbulência do ambiente de negócio, o ambiente em que a empresa compete, e as características próprias da empresa;
- *Avaliação no nível de agilidade* - Posteriormente a ferramenta mede o nível atual de agilidade da empresa. A diferença entre este nível e o anterior deve ser analisado para servir de base para as decisões que serão tomadas futuramente;
- *Determinar as capacidades de agilidade requeridas* - Com base na diferença entre as necessidades e o no nível atual de agilidade, são definidas as capacidades ausentes pela empresa. Isto exigiria o descobrimento, o reconhecimento e a classificação das mudanças enfrentadas pela empresa, bem como a análise do impacto individual que as alterações trarão para a empresa. As capacidades de agilidade necessárias podem então ser determinadas a partir das mudanças;
- *Identificar os fornecedores de agilidade* - Com as capacidades ausentes definidas, são elencadas as ferramentas que irão fornecê-las. As ferramentas deverão ser implementadas na empresa com um constante acompanhamento de desempenho para identificar o grau de agilidade alcançado e permitir o desenvolvimento de medidas corretivas a fim de melhorar a performance.

4. Modelo de avaliação para agilidade

Conforme Sharifi e Zhang (2001), quanto maior a quantidade de mudanças no ambiente de negócio, maior é a agilidade que a organização necessita a fim de responder positivamente as mudanças. Neste sentido, o fator introduzido como fornecedor de agilidade será percebido através das mudanças e turbulências do setor. Desta forma, o indicador de fornecimento de agilidade será diretamente relacionado ao quão turbulento é o ambiente de negócio, e representará o nível de agilidade que a empresa precisa a fim de permanecer no negócio, manter ou alcançar uma vantagem competitiva, e realizar novos avanços.

Um modelo de avaliação foi desenvolvido para estudar as circunstâncias em que uma empresa luta para o sucesso, e para proporcionar uma visão preliminar para a empresa se deslocar no sentido agilidade. O modelo é formulado com base no modelo conceitual de agilidade detalhado no item 3. Incluem dois instrumentos práticos, um dos quais é utilizado para avaliar o ambiente de negócios da empresa para determinar o grau da sua turbulência, e a outra é utilizada para determinar o nível atual da agilidade da companhia. A Figura 3 representa o modelo de avaliação de agilidade.

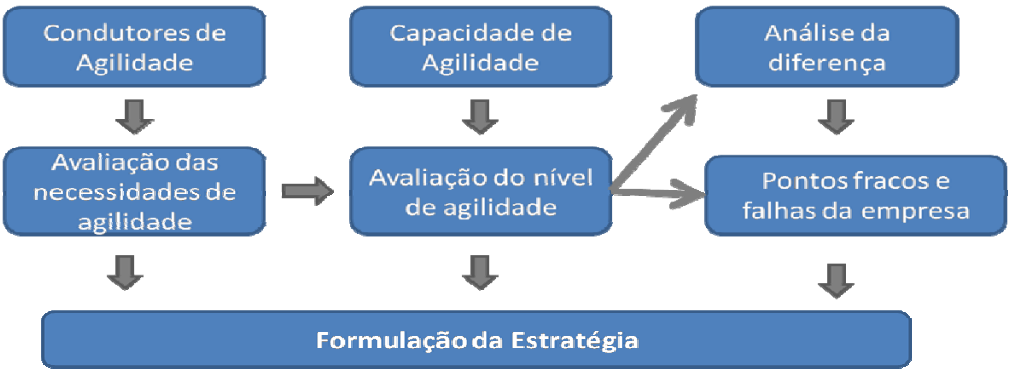

Figura 3 - Modelo de avaliação de agilidade

A primeira ferramenta, referida como ferramenta número um, avaliará o ambiente da empresa para determinar o seu grau de turbulência. A ferramenta consiste em um questionário composto por perguntas que devem ser respondidas através de uma escala, de 1 a 5. As respostas serão utilizadas para o cálculo de uma média aritmética total, que também irá gerar uma pontuação de 1 a 5. Quanto mais próxima a pontuação é de 5, maior é a turbulência do ambiente empresarial e, portanto, mais ágil a empresa precisa ser.

A segunda ferramenta de avaliação, referida como ferramenta número dois, foi concebida para determinar o nível de agilidade da empresa. Da mesma forma que a ferramenta um, trata-se de um questionário composto por perguntas que devem ser respondidas através de uma escala, de 1 a 5. As respostas também serão utilizadas para o cálculo de uma média aritmética que irá representar o atual grau de agilidade da empresa.

A figura 4 representa a base da ferramenta de avaliação. O nível de agilidade necessário para uma organização deve ser equivalente ao grau de turbulência do ambiente de negócios da mesma.

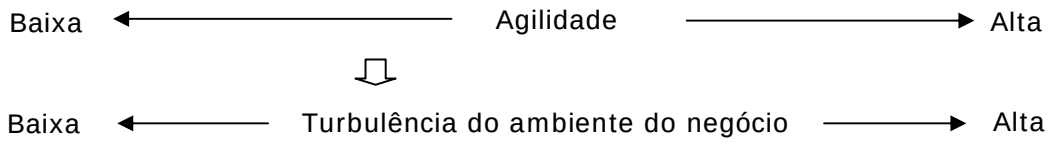

Figura 4 - Base da ferramenta de avaliação

As ferramentas de análise de agilidade apontadas acima foram extraídas do artigo dos autores Sharifi e Zhang (2001) em seu trabalho *Agile Manufacturing on practice - Application of a methodology*. Para o desenvolvimento dos questionários, o ambiente empresarial foi repartido em *fatores fornecidos de agilidade*, e para cada um foi introduzido um número de sub-fatores que constituem a base para a avaliação.

Conforme já foi descrito, o modelo de Sharifi e Zhang (2001) avança para a proposição de um plano de ação com base na análise das ferramentas apresentadas. Em linha com os objetivos do presente artigo, o detalhamento destas etapas não se faz necessário.

5. Criação do selo de agilidade

Comparando os índices de agilidade da empresa (ferramenta 2) com as necessidades de agilidade do mercado em que atua (ferramenta 1), podemos ter uma idéia de como a empresa consegue ou

não suprir as necessidades do mercado, e se a mesma possui uma agilidade coerente, que garantiria sua sobrevivência, continuidade e até vantagem competitiva frente seus competidores.
Ainda assim, não é possível, contudo, determinar claramente quão vantajosa é a posição da companhia naquele mercado, ou ainda impossível fazer uma comparação entre empresas de diferentes setores da economia quanto ao tema. As agilidades de uma empresa podem ser exclusivas para atender as necessidades de seu mercado, enquanto que a de outra pode representar também sua vantagem competitiva no setor atual e futuro.
A criação da *Categoria de Agilidade* tem como objetivo responder a estas expectativas, na medida em que cria um índice comparável de medição desta agilidade.
O conceito será elaborado a partir dos resultados obtidos com a aplicação das ferramentas, onde a distribuição das respostas tende a obedecer a uma distribuição normal de probabilidade para cada ferramenta. A razão entre a agilidade da companhia e a do mercado, pode nos traduzir em um índice, cuja escala foi transformada em uma categoria de agilidade.

5.1 Metodologia de cálculo da ferramenta

As questões da ferramenta são organizadas em itens e subitens, visando agrupar questões de áreas de análise semelhantes, cobrindo então todos os níveis de análise de agilidade conforme mostrado anteriormente.
O resultado final da empresa é a média simples entre as respostas finais dadas pelos diversos colaboradores. O resultado individual dado por um questionário é também a média entre as todos os itens de abrangência do mesmo (sete no caso do questionário da empresa e trinta e nove no caso do questionário do mercado), incluindo também a nota geral de agilidade dada pelo entrevistado ao final da ferramenta, que terá o mesmo peso de um item comum. O valor de cada item, analogamente, é formado pela média simples entre os subitens e assim por diante. Cada resposta do colaborador será um número inteiro entre 1 e 5, ou vazio, no caso da marcação da opção "irrelevante ou não aplicável" disponível para cada uma das questões. Já o resultado final será sempre um número racional entre 1 e 5.
Pelo número de questões do questionário do mercado, vemos que o peso da resposta geral do colaborador para o mercado é bem menor do que o peso da resposta geral para a empresa. Esta consideração é intencional, uma vez que o conhecimento sobre a própria organização é sempre maior do que o conhecimento do mercado em que a mesma atua.

5.2 Escala de agilidade

Conforme dito anteriormente a escala de agilidade é uma matriz que cruza os resultados de agilidade da empresa com os resultados de agilidade do mercado. O objetivo da escala é determinar em três categorias (A, B e C), se a agilidade da empresa está superior (A), em linha (B) ou inferior (C) a agilidade exigida pelo seu mercado. Esta escala serve de alerta para que a empresa possa se posicionar e quando necessário se reestruturar organizadamente e operacionalmente tendo em vista sua capacidade em responder às mutações e criações de necessidades exigidas pelos consumidores em seu mercado.

5.3 Determinação dos limites da escala de agilidade

Duas funções de primeiro grau foram então definidas para determinar os limites superiores e inferiores das categorias anteriormente mencionadas.
Para que a empresa seja A, consideramos para o extremo superior, sendo o nível do mercado nota 5 (cinco), a empresa sendo também nível 5 (cinco), é razoável pensarmos que a mesma possui agilidade categoria "A", uma vez que apesar de serem iguais, não existe margem para a mesma crescer nesta escala. No extremo inferior, mesmo o nível do mercado sendo o menor possível (nível 1), para que a empresa possa ser considerada como categoria "A", a agilidade da mesma deve ser maior ou igual a 2,5 (dois e meio). Ligando assim os dois extremos por uma reta, temos a equação do primeiro grau dada por:
Se $1{,}6 \times \alpha - 3 \geq \beta$ => categoria "A" de agilidade
Sendo α o nível de agilidade da empresa e β o nível de agilidade do mercado
Para determinar a categoria mínima de agilidade, supomos que, no limite inferior, caso o nível da empresa seja igual ao do mercado e igual a 1 (um), a empresa seja classificada como categoria "C" de agilidade. No limite superior, caso o nível do mercado seja 5 (cinco), determinamos como

3,5 (três e meio) o limite superior, para que a empresa seja classificada como categoria "C". Ligando estas duas coordenadas temos a seguinte equação de primeiro grau:
Se $1,6 \times \alpha - 0,6 \leq \beta$ => categoria "C" de agilidade
Sendo α o nível de agilidade da empresa e β o nível de agilidade do mercado.
Para os intervalos não atendidos pelas duas equações, a categoria correspondente será a "B", conforme a exemplificação abaixo:
Se $1,6 \times \alpha - 3 < \beta$ e $1,6 \times \alpha - 0,6 > \beta$, então a categoria correspondente é a "B".

6. Empresas pesquisadas

Fazendo uso da ferramenta apresentada no item anterior foram investigadas 2 empresas incubadas e pré-incubadas na Incubadora de Empresas da Universidade Federal Fluminense, que para fins deste trabalho serão chamadas de X e Y. Cada uma delas atua em um mercado distinto com produtos bem diferentes, servindo de experimentação para a ferramenta.
Os questionários adaptados foram respondidos por sócios fundadores destas empresas. Com base nas respostas e na metodologia descrita anteriormente, foram feitas as análises críticas descritas a seguir.

6.1 Empresa X

A Empresa X é uma empresa que oferece tratamento de água em linha e na seringa tríplice para a área de saúde odontológica. A tecnologia é baseada na instalação de membranas para filtração da água utilizada na seringa tríplice e/ou diretamente na captação da água do consultório, garantindo a qualidade da água, ausência de micro-organismos e maior biossegurança em casos de procedimentos cirúrgicos. A empresa é composta por três sócios, com formações acadêmicas das áreas de Química, Engenharia Química e Biologia. A empresa se encontra incubada desde abril de 2009, na Incubadora de Empresas da Universidade Federal Fluminense.

6.1.1 Mercado em que a empresa atua

A Empresa X não tem competidores regionais, se mostrando pioneira na região onde atua. A única parceira da empresa é a fornecedora de membranas, e a proposta da empresa é inovadora na função que exerce seu produto.
O mercado em que atua a empresa X é composto por cirurgiões dentistas e clínicas odontológicas, que apresentam preocupação com questões relacionadas à biossegurança da água e do ar que são utilizados nos procedimentos cirúrgicos.

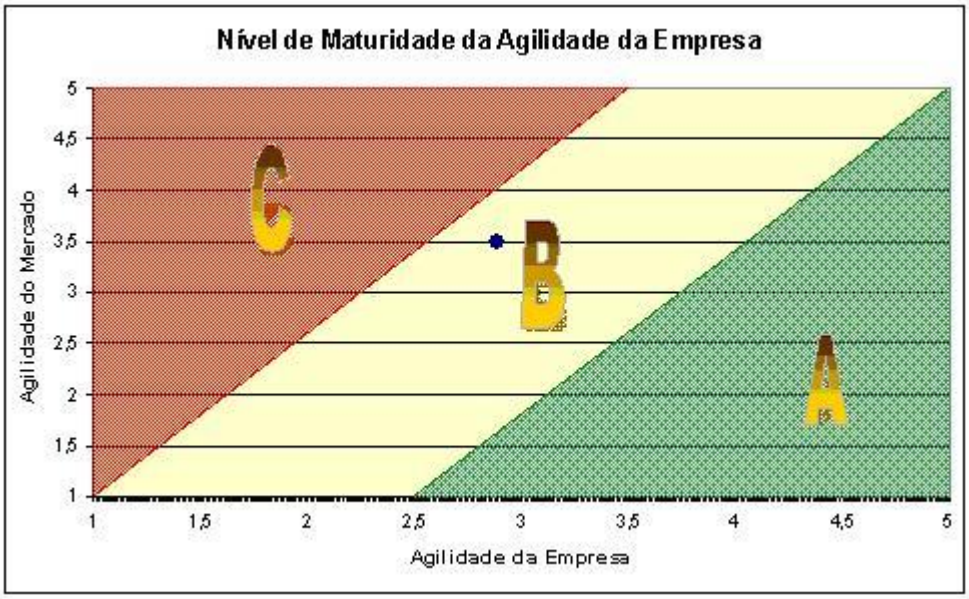

Figura 5 - Nível de maturidade de agilidade da empresa X

6.1.2 Resultado da avaliação
Nota da empresa: **2,89**
Nota de seu mercado: **3,49**
Categoria de Agilidade da empresa em relação ao seu mercado: **"B"**
6.1.3 Análise dos resultados
Conforme podemos ver no gráfico, a empresa está mais perto da categoria "C" do que da categoria "A". Pela análise, segundo as respostas da empresa, a mesma, apesar de corpo técnico competente, empenhado e com tecnologia inovadora que pode trazer grande diferencial competitivo ainda não possui competências para atender o mercado. Esta competência abrange o entendimento do mercado, capacidade de atender em preço, qualidade ou prazo, e de uma forma geral satisfazer as necessidades dos consumidores. Desta forma a recomendação é que a mesma comece a fazer estudos de mercado para inicialmente entender as reais necessidades e quais os principais requisitos prezados pelos clientes, para em seguida traçar um plano para atendimento destas necessidades.

6.2. Empresa Y
A proposta principal da empresa Y é trazer nova luz aos fatores de diversão e interatividade em games, inserindo produtos criativos e inovadores, criando soluções diferenciadas: Jogos de celular e web com novos conceitos; Jogos de advertising (advergames) que divulguem as marcas enquanto proporcionam uma experiência motivadora; produtos de interatividade web com propostas alternativas e adaptadas aos clientes e demandas.
A empresa Y encontra-se como pré-incubada desde janeiro de 2007, na Incubadora de Empresas da Universidade Federal Fluminense.
6.2.1 Mercado em que a empresa atua
Os competidores são empresas de jogos e de desenvolvimento de conteúdo para telefones celulares e advergames, bem como empresas que desenvolvem jogos casuais para plataformas de distribuição digital. A competição se caracteriza pela qualidade e preço dos produtos, bem como pela escolha dos canais de venda.
6.2.2 Resultado da avaliação
Nota da empresa: **4,18**
Nota de seu mercado: **2,84**
Categoria de agilidade da empresa em relação ao seu mercado: **"A"**

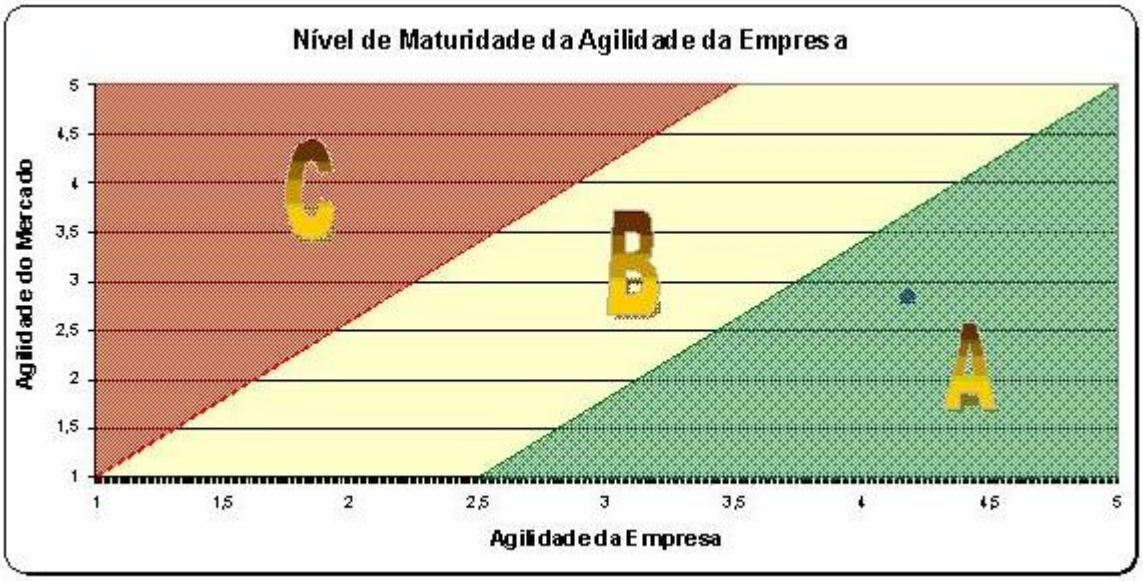

Figura 6 - Nível de maturidade de agilidade da empresa Y

6.2.3. Análise dos resultados

A empresa apresenta ótima habilidade em detectar mudanças e rapidez e eficiência em analisar informações e dados recebidos quanto a mudanças no ambiente corporativo. Possui força relativa e resposta em comparação com seus competidores. A empresa apresenta, porém, uma necessidade de melhorar sua capacidade em avançar na sua posição competitiva junto aos seus competidores e na velocidade de resposta em relação a mudanças no cenário econômico.

A empresa apresentou um grau de agilidade **4,18** acima do grau de agilidade apresentado pelo mercado que foi de **2,84** situando-se na categoria de agilidade tipo "A", atingindo um nível de maturidade de agilidade muito satisfatório.

A estratégia da empresa em competir no setor de jogos e conteúdo para telefones celulares e advergames parece bem oportuna, visto o crescimento do mercado em que atua.

7. Conclusão

O conceito de Manufatura Ágil (MA) baseia-se em capacidades de adaptação perante a imprevisibilidade do mercado, a presença de produtos com ciclos de vida cada vez mais curtos, um consumidor cada vez mais exigente, tornando-se necessárias, para as organizações, capacidades específicas não apenas em sua produção, mas também no projeto de seus produtos. Pessoal treinado e com habilidades específicas, formando equipes multidisciplinares e trabalhando em tempo real no cerne de organizações virtuais, que se formam em um ambiente, onde as parcerias são feitas e desfeitas com grande facilidade e velocidade, exigindo sistemas cada vez mais integrados, tecnologia avançada e estratégias coerentes para cada situação, permeiam o trabalho em Ambiente MA. Na prática os conceitos de MA são impostos às organizações em ambientes competitivos a ponto de encontrarmos em determinadas empresas adequações aos conceitos de MA, mesmo sem que haja conhecimento formal de seus gestores. Isto se deve ao fato de que existem pressões de agilidade, que levam as organizações a se adaptarem ao Ambiente MA, perante exigências de clientes cada vez mais informados, mercados em constante mudança e a busca por competitividade. Desta forma as organizações adquirem capacidades da agilidade em proporção ao exigido por seu mercado conforme mostrou a pesquisa feita nas empresas alvo do estudo do presente trabalho.

8. Referências

BARRETO, G. J. M. M*anufatura ágil: revisão e uma avaliação da sua aplicabilidade na indústria da construção civil.* Niterói, Rio de Janeiro, 2001.

CHAN, F. K. Y. & THONG J.Y.L. *Acceptance of agile methodologies: A critical review and conceptual framework*. Decision Support Systems n. 46, p. 803–814, 2009.

COCKBURN, A. & HIGHSMITH, J. *Agile software development:The people factor.* IEEE Computer 34 (11), p. 131–133, 2001.

COLIN, E. C.; QUININO, R. C. & SHIMIZU, T. *Manufatura ágil: Um novo conceito na produção industrial.*

GOLDMAN, S.; NAGEL, R. & PREISS, K. A*gile competitors and virtual organizations.* Van Nostrand Reinhold, New York, 1995.

GUNASEKARAN, A. *Agile manufacturing: A framework for research and development.* Int. J. Production Economics, n. 62, p. 87-105, 1999.

IRANI, Z.; SHARP, J. & DESAI, S. *Working towards agile manufacturing in the UK industry*. International Journal of Production Economics. Liverpool, Inglaterra, n. 62, p. 155-169, 1999.

KIDD, P.T. A*gile corporations: Business enterprises in the 21st century - an executive guide.* Cheshire Henbury, 1995.

NAGEL, R. N.; DOVE, R.; GOLDMAN, S. & PREISS, K. *21st century manufacturing enterprise strategy: An industry led view*. Iacocca Institute, Lehigh University, Bethlehem, PA, 1991.

SHARIFI, H. & ZHANG, Z. A*gile manufacturing on practice - application of a methodology.* School of Engineering and Computer Science, University of Exeter, UK, 2001.

VOKURKA, R. J. & FLIEDNER, G. T*he journey toward agility.* [J] Industrial Management+Data Systems, n. 4, p. 165-173, 1998.