

## AVALIAÇÃO DE MODELOS DE MATURIDADE PARA SUSTENTABILIDADE

**Tais Hamamoto (USP)**

tais.hamamoto@gmail.com

**Daniela Cristina Antelmi Pigosso (DTU)**

daniela.pigosso@gmail.com

**Henrique Rozenfeld (USP)**

roz@sc.usp.br



*Modelos de maturidade são utilizados para avaliar as situações presentes em empresas, de forma a orientar as iniciativas de melhoria. Avaliações em relação ao design de modelos de maturidade e ao design do processo de criação foram realizadas para as áreas de gestão de processos de negócio (BPM), gestão do ciclo de vida de produtos (PLM) e sistemas de informação. Os resultados destas avaliações indicaram deficiências como a ausência de diretrizes para a aplicação dos modelos; a falta de validação dos modelos propostos; a não identificação do público-alvo; e a falta de diretrizes para melhoria das capacidades. Este trabalho visa investigar a existência de deficiências semelhantes às da literatura em modelos de maturidade para sustentabilidade. Para isso, os modelos foram identificados por meio de uma revisão da literatura, com avaliação dos resultados por meio de critérios relacionados às duas dimensões de design citadas. Como resultado da revisão, foram identificados 13 modelos de maturidade para sustentabilidade. A avaliação da construção destes artefatos mostrou deficiências semelhantes às encontradas em outras áreas. As mais relevantes estão associadas ao uso e aplicação dos modelos e sua validação. Outras características importantes identificadas, que não estão relacionadas à deficiências de design, foram a ausência de modelos certificadores e o escopo da avaliação concentrado em apenas uma unidade de negócio. Os resultados deste trabalho podem ser utilizados por acadêmicos, embasando futuras melhorias nos modelos apresentados, e por profissionais industriais, por apresentar quais modelos são mais apropriados para aplicação.*

*Palavras-chaves: Sustentabilidade, Modelos de maturidade, revisão*

## 1. Introdução

Modelos de maturidade são utilizados para avaliar as situações presentes de uma organização, de forma a orientar as iniciativas de melhoria. Possuem uma sequência de níveis que formam o caminho lógico para atingir um determinado patamar de maturidade, a partir de um estado inicial (RÖGLINGER; PÖPPELBUß; BECKER, 2012). Nos últimos anos, avaliações mais críticas no que diz respeito à construção de ‘bons modelos de maturidade’ foram realizadas para domínios distintos, em relação ao design do produto, isto é, do modelo/método de aplicação em si, e ao design de processo, que é metodologia para criar e testar o modelo de maturidade. Os resultados das avaliações indicaram deficiências como a ausência de diretrizes para a aplicação dos modelos; a falta de validação dos modelos propostos; a não identificação do público-alvo e a falta de diretrizes para melhoria das capacidades (METTLER *ET AL.*, 2010; FRICK, 2012; RÖGLINGER; PÖPPELBUß; BECKER, 2012; FRICK; KUTTNER; SCHUBERT, 2013; VEZZETTI; VIOLANTE; MARCOLIN, 2013).

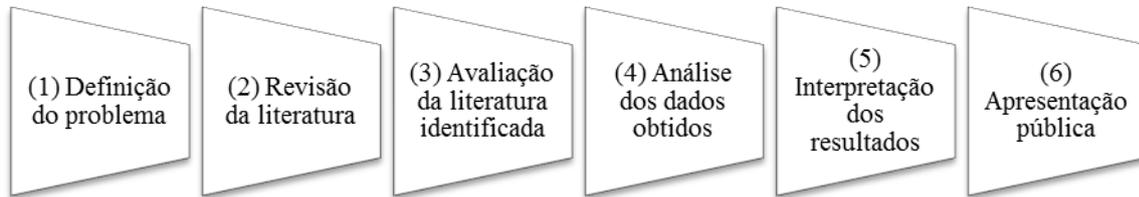
Considerando o domínio da sustentabilidade, este trabalho visa investigar se existem deficiências de design similares em modelos de maturidade da área. Buscou-se responder a pergunta “os modelos de maturidade para sustentabilidade atendem aos critérios construtivos de bons modelos de maturidade?”. Para respondê-la, levantou-se os modelos por meio de uma revisão da literatura com subsequente discussão sobre as construções de acordo com os critérios de Van Looy (2012). Resultados mostraram a repetição de algumas deficiências, como diretrizes para aplicação do modelo, para este domínio.

O artigo está estruturado da seguinte maneira: a metodologia empregada é apresentada na seção 2, os critérios e trabalhos anteriores sobre avaliação de modelos de maturidade na seção 3, os resultados obtidos na seção 4 e os comentários finais na seção 5.

## 2. Metodologia

Neste trabalho, seguiu-se o processo de revisões de literatura de Cooper e Hedges (1994), descrito na figura 1.

Figura 1: Etapas para condução de revisões de literatura



Fonte: Adaptado de Cooper e Hedges (1994)

Na primeira fase, ocorreu a formulação da pergunta de pesquisa. A revisão e avaliação da literatura (fases 2 e 3) consistiu na busca de modelos de maturidade para sustentabilidade nas bases de dados *Web of Science*, *Scopus*, *Science Direct* e *Emerald*. Nelas, empregaram-se os termos “*sustainable*” e “*sustainability*” associados à expressão “*maturity model*”. Dos resultados obtidos foram lidos os resumos, títulos e palavras-chave para seleção dos documentos que abordavam explicitamente o uso ou desenvolvimento de um modelo de maturidade. Destes, foi lido o conteúdo integral dos artigos para identificação dos trabalhos relacionados à sustentabilidade.

Seguiu-se então a extração e análise (fases 4 e 5) das principais características dos modelos de acordo com os critérios de Van Looy (2012).

A seleção dos critérios, em anexo, pautou-se na consideração dos requisitos de design (produto / processo) e na apresentação das características individuais. Eles estão separados em três grupos: os critérios não relacionados ao design do modelo; os critérios de melhoria, ou seja, o que é mensurado como maturidade e capacidade, e o caminho para atingir níveis sucessivos; e os critérios de avaliação, que explicitam como a maturidade é avaliada e por quem (VAN LOOY, 2012).

Contudo, adaptações foram realizadas compreender a abrangência de informações dos modelos estudados.

O critério “Técnica de coleta de dados” foi expandido para os procedimentos de coleta (Levantamento / Entrevista / *Focus Group* / Observação / Análise documental). Van Looy (2012) analisa apenas a natureza da técnica, que pode ser subjetiva ou objetiva.

O critério “tipos de processos de negócio”, que compreendia as características ‘genérico’, ‘supply chain’ ou ‘situações colaborativas’ foi substituído pelo critério “foco” de Mettler (2009), que possui as opções ‘genérico’ ou ‘específico’.

No critério “rótulo dos níveis” a expressão “processo de negócio”, presente nas três opções de avaliação, foi suprimida na análise deste trabalho, resultando apenas as opções ‘otimização’, ‘gestão’ e ‘integração’.

### **3. Avaliação de modelos de maturidade na literatura**

Modelos de maturidade são formados por um artefato e seu método de aplicação, e empregados para avaliar situações atuais, guiar iniciativas de melhorias e controlar o progresso das ações (RÖGLINGER; PÖPPELBUß; BECKER, 2012; METTLER, 2009). A falta de fundação teórica e empírica, de um método de adaptação à realidade avaliada, multiplicidade de modelos de maturidade semelhantes e documentação insatisfatória são algumas das críticas que estes modelos sofrem na literatura (RÖGLINGER; PÖPPELBUß; BECKER, 2012; DE BRUIN et al., 2005). Para minimizá-las, pesquisas na área abrangem cada vez mais o design de processo (processo de criação) e design do produto (desenvolvimento do modelo/método) para a construção de ‘bons modelos de maturidade’ (PÖPPELBUß; RÖGLINGER, 2011; RÖGLINGER; PÖPPELBUß; BECKER, 2012).

O design de um modelo de maturidade deve contemplar a estruturação dos componentes (níveis, descritores, descrições para cada nível, dimensões, áreas de processo, atividades para cada área de processo, descrição de cada atividade como realizada em um determinado nível de maturidade) e a garantia de sua qualidade (validade, confiabilidade e eficiência econômica) (FRASER; MOULTRIE; GREGORY, 2002; SIMONSSON; JOHNSON; WIJKSTRÖM, 2007).

Já o processo de design deve permitir a sua replicação por outros pesquisadores. Para tanto, recomenda-se o emprego de frameworks e diretrizes contendo as etapas e critérios de desenvolvimento sistemático dos modelos (DE BRUIN ET AL., 2005; METTLER, 2009; PÖPPELBUß; RÖGLINGER, 2011).

Com a definição dos critérios de ‘bons modelos de maturidade’, avaliação da construção dos artefatos e métodos de aplicação em domínios distintos foram realizadas na literatura.

Ao avaliar 10 modelos de maturidade no domínio de BPM, Röglinger, Pöppelbuß e Becker (2012) identificaram a necessidade de descrições mais detalhadas sobre as configurações de aplicação adequadas e o fornecimento de diretrizes fáceis para a avaliação da situação atual. Além disso, os modelos analisados pouco diziam sobre as medidas adequadas para melhorar as capacidades, a partir da situação atual.

Na área de PLM, Vezzetti, Violante e Marcolin (2013) constataram a ausência de validação empírica em 67% dos modelos de maturidade estudados.

Por fim, Frick, (2012) constatou, na área de Sistemas de Informação, que poucos modelos indicavam o público-alvo; os fundamentos teóricos; os procedimentos ou diretrizes para adaptação e configuração dos critérios de avaliação da situação atual, de acordo com o público-alvo; e uma metodologia que auxiliasse na realização e adaptação das ações de melhoria. No mesmo domínio, Frick, Kuttner e Schubert (2013) constataram a ausência de documentação e classificação dos modelos de maturidade. Além disso, somente 65% dos modelos apresentaram algum tipo de método de aplicação.

#### **4. Modelos de maturidade para sustentabilidade**

A tabela 1 apresenta os modelos identificados após a revisão e suas respectivas fontes. As subseções seguintes apresentam a avaliação de cada um de acordo com os critérios adaptados de Van Looy (2012).

Tabela 1: Modelos de maturidade para sustentabilidade

Modelo de maturidade	Fonte
<b>EcoM2</b>	Pigosso e Rozenfeld (2011) Pigosso, Rozenfeld e Mcaloone (2013)
<b>EUMMM</b>	Ngai <i>et al.</i> (2013)
<b>GITO</b>	Babin e Nicholson (2011)
<b>HSE-CM</b>	Buell (2006)
<b>IRI-SMM</b>	Hynds <i>et al.</i> (2014)
<b>MM-SDI</b>	Trifilova <i>et al.</i> (2013)
<b>MM-SISM</b>	Erek (2011)
<b>MSD</b>	Okongwu, Morimoto e Lauras (2013)
<b>SEE</b>	Edgeman (2013)
<b>SM-CREM</b>	Masalskyte <i>et al.</i> (2014)
<b>SMIS</b>	Standing e Jackson (2007)
<b>SSN-MM</b>	Srai, Alinaghian e Kirkwood (2013)
<b>STEPS</b>	Robinson <i>et al.</i> (2006)

Fonte: Elaborado pelos autores

#### 4.1. Critérios não relacionados ao design

Na tabela 2, os resultados da avaliação de acordo com os critérios não relacionados ao design são apresentados. Na coluna ‘um’ da tabela, são elencados os modelos de maturidade. Na linha ‘um’ estão os critérios deste grupo. A relação entre eles representam as características de cada modelo. Destaca-se que esta estrutura será repetida nas tabelas 3, 4 e 5.

Tabela 2: Avaliação dos modelos de maturidade, de acordo com os critérios não relacionados ao design

	<b>Custos diretos</b>	<b>Criação</b>	<b>Propósito</b>	<b>Validação</b>
<b>EcoM2</b>	Grátis	Teórico, com construção de teoria / Empírico	Aumentar a consciência / Benchmarking	Sim, para a aplicação
<b>EUMMM</b>	Grátis	Teórico, sem construção da teoria	Aumentar a consciência	Sim, para a aplicação
<b>GITO</b>	Grátis	Empírico	Aumentar a consciência	Sim, para a aplicação
<b>HSE-CM</b>	Grátis	-	Aumentar a consciência	Não
<b>IRI-SMM</b>	Grátis	Teórico, com construção de teoria	Aumentar a consciência / Benchmarking	Sim, para a aplicação
<b>MM-SDI</b>	Grátis	Teórico, sem construção da teoria	Aumentar a consciência	Sim, para a aplicação
<b>MM-SISM</b>	Grátis	Teórico, sem construção da teoria	Aumentar a consciência	Não
<b>MSD</b>	Grátis	Teórico, sem construção da teoria / Empírico	Aumentar a consciência	Não
<b>SEE</b>	Grátis	-	Aumentar a consciência / Benchmarking	Não
<b>SM-CREM</b>	Grátis	Teórico, sem construção da teoria	Aumentar a consciência / Benchmarking	Sim, para a aplicação
<b>SMIS</b>	Grátis	Teórico, sem construção da teoria	Aumentar a consciência	Não
<b>SSN-MM</b>	Grátis	Teórico, com construção de teoria	Aumentar a consciência	Sim, para a aplicação
<b>STEPS</b>	Grátis	Teórico, com construção de teoria	Aumentar a consciência / Benchmarking	Sim, para a aplicação

Fonte: Elaborado pelos autores

Os modelos estudados, de maneira geral, apresentaram as informações necessárias para sua classificação.

Em “custos”, não foram apresentadas informações acerca de cobrança da mensuração da maturidade ou associação a consultorias ou outra entidade com fins lucrativos. Desta forma, todos foram classificados como gratuitos.

O processo de criação foi teórico em 10 modelos. Apesar de o resultado confrontar uma das maiores críticas a modelos de maturidade, que é o seu embasamento teórico (DE BRUIN *et al.*, 2005), não é possível afirmar que a teoria dos modelos é robusta e pertinente. Um critério que poderia auxiliar nesta avaliação é o “validação”. Todavia, apenas oito modelos de maturidade foram aplicados ou avaliados por especialistas. A importância da etapa reside no fato de que a construção teórica não é suficiente para garantir a aplicabilidade e benefícios dos artefatos. Eles devem ser testados para sua validação e melhoria (VEZZETTI; VIOLANTE; MARCOLIN, 2013).

Em relação aos “propósitos do modelo”, um resultado relevante foi a ausência de artefatos associados à certificação. A certificação ambiental é um fator diferencial valorizado nos mercados industriais e finais, interpretada como indicador do compromisso ambiental de uma

organização, que pode ser associada a proatividade ambiental (GONZÁLEZ-BENITO; GONZÁLEZ-BENITO, 2005). Ressalta-se que a criação de um modelo para certificação está além de sua construção teórica e validação. É necessário que os resultados sejam reconhecidos por um organismo creditado, como organizações internacionais de normalização, consórcios industriais ou comunidades apoiadas pelo governo (VAN LOOY, 2012).

#### **4.2. Critérios de melhoria**

A tabela 3 apresenta os resultados da avaliação dos modelos pelos critérios de melhoria. No geral, todos os critérios foram contemplados pelos 13 modelos de maturidade, mesmo que de forma implícita nos documentos estudados.

Tabela 3: Avaliação dos modelos de maturidade, de acordo com os critérios de melhoria

	Capabilidades	Nº de níveis de capacidade	Rótulos dos níveis	Nº de níveis de maturidade	Nº de processos de negócio	Detalhes da arquitetura	Foco	Níveis externos	Tipo de arquitetura
EcoM2	Básica	5	Otimização	5	Mais	Prescritivo Explícito	PDP	A partir dos níveis mais altos	Ambas
EUMMM	Básica	< 5 níveis	Otimização	5	Um	Prescritivo Implícito	Manufatura	Uma organização	Estágio
GITO	Básica	Não aplicável	Gestão	< 5 níveis	Mais	Prescritivo Implícito	TI	Uma organização	Estágio
HSE-CM	Básica + Cultura	Não aplicável	Otimização	5	Todos	Descritivo	Genérico	Uma organização	-
IRI-SMM	Básica + Cultura	Não aplicável	Gestão	< 5 níveis	Mais	Descritivo	PDP	Em todos os níveis	Estágio
MM-SDI	Básica	Não aplicável	Gestão	< 5 níveis	Todos	Descritivo	Genérico	A partir dos níveis mais altos	Estágio
MM-SISM	Básica	Não aplicável	Otimização	> 5 níveis	-	Descritivo	SI	Uma organização	Estágio
MSD	Básica	-	Gestão	5	-	Prescritivo Explícito	Supply Chain	Em todos os níveis	Contínuo
SEE	Básica + Cultura + Estrutura	Não aplicável	Otimização	5	Todos	Prescritivo Implícito	Genérico	-	-
SM-CREM	Básica	Não aplicável	Otimização	5	Todos	Descritivo	Genérico	Uma organização	Estágio
SMIS	Básica	Não aplicável	Otimização	> 5 níveis	Mais	Descritivo	SI	Uma organização	Estágio
SSN-MM	Básica + Cultura + Estrutura	5	Otimização	5	Mais	Prescritivo Explícito	Manufatura	A partir dos níveis mais altos	Estágio
STEPS	Básica	Não aplicável	Otimização	5	-	Prescritivo Explícito	Gestão do conhecimento	Uma organização	Estágio

Fonte: Elaborado pelos autores

Considerando as capacidades avaliadas pelos modelos, nove deles foram relacionados à característica “básicas”, patamar mínimo de um modelo que compreende as capacidades relativas à modelagem, desdobramento, otimização e gestão dos processos (VAN LOOY, 2012). Dois modelos avaliam capacidades “básicas + cultura”, que consistem em valores e comportamentos associados às capacidades dos processos (VAN LOOY, 2012). E dois modelos avaliam capacidades “básicas + cultura + estrutura”, conjunto no qual a estrutura organizacional é relacionada explicitamente às primeiras capacidades (VAN LOOY, 2012).

Ao analisar o número de níveis de capacidade, apenas três modelos os descreveram. No geral, os artefatos estudados apresentaram somente descrições de atividades ou práticas dentro de cada nível de maturidade, sem relacioná-las a uma escala de melhoria progressiva.

Nos “rótulos dos níveis” de maturidade, nove modelos classificaram seus níveis sob a lógica de “otimização”. Como rótulo explicita a estratégia ou objetivo final do modelo (VAN LOOY, 2012), infere-se que a maioria dos modelos visa à melhoria contínua das práticas sustentáveis na empresa.

Ainda em relação aos níveis de maturidade, oito modelos apresentaram 5 níveis, quantidade mais comum na literatura (VAN LOOY, 2012), três modelos apresentaram menos que 5 níveis e 2 apresentaram mais de 5 níveis de maturidade.

Sob a perspectiva de quantidade de processos, nove modelos de maturidade consideravam mais de um processo na avaliação.

No que diz respeito à consideração de níveis externos, em sete modelos a análise da maturidade considerada é voltada para apenas uma empresa. Em cinco, os níveis de maturidade consideram as relações com outras organizações.

Considerando o critério “detalhes da arquitetura”, sete modelos apresentaram características prescritivas e seis, descritivas. Deve-se ressaltar que modelos descritivos visam apenas caracterizam a situação atual da empresa (PÖPPELBUß; RÖGLINGER, 2011) pouco amparando aquelas que desejam atingir uma situação futura por meio da melhoria de suas capacidades.

Sobre o “foco” dos modelos, foram identificados quatro modelos genéricos, que visam a implementação da sustentabilidade de forma ampla nas empresas; dois modelos voltados para o processo de desenvolvimento de produtos, que grande influência na sustentabilidade empresarial, pois as decisões nele tomadas influenciam os processos da cadeia de valor e o ciclo de vida do produto (RAMANI *et al.*, 2010); um voltado para manufatura, responsável pelo desempenho sustentável da empresa, no qual ocorrem o consumo de recursos e produção direta da poluição ambiental (GUTOWSKI, 2004); dois direcionados a sustentabilidade de sistemas de informação e um para tecnologia de informação, áreas que podem desempenhar um papel crítico na gestão de processos “verdes” por meio de produtos (como softwares) e práticas que visem o desenvolvimento sustentável (CHEN *et al.*, 2011); dois para supply chain; e um para a gestão do conhecimento, área fundamental para a operacionalização do conceito de sustentabilidade (ROBINSON *et al.*, 2006).

### 4.3. Critérios relacionados à avaliação

Os resultados da avaliação do último conjunto de critérios, aqueles relacionados à avaliação da maturidade, são apresentados nas tabelas 4 e 5.

Tabela 4: Avaliação dos modelos de maturidade, de acordo com os critérios de avaliação (parte 1)

	Disponibilidade da avaliação	Escala de avaliação (tipos de dados coletados)	Técnica de coleta de dados	Nº de itens	Duração de avaliação	Nº de assessores	Assessor líder
<b>EcoM2</b>	Totalmente conhecido	Qualitativo	Análise de documentos / entrevistas	50-99	Mais de uma semana	1 assessor	Externo (terceira parte)
<b>EUMMM</b>	-	Ambos	Análise de documentos / entrevistas / observações	-	Mais de uma semana	-	Externo (terceira parte)
<b>GITO</b>	Totalmente conhecido	Qualitativo	Análise documental	0-19	Dia	-	-
<b>HSE-CM</b>	-	-	-	-	-	-	-
<b>IRI-SMM</b>	Totalmente conhecido	Qualitativo	Levantamento (questionário) Entrevistas / análise documental	100-299	-	-	Não Externo
<b>MM-SDI</b>	-	Ambos	-	-	-	-	Externo
<b>MM-SISM</b>	-	-	-	-	-	-	-
<b>MSD</b>	Totalmente conhecido	Ambos	Análise documental	0-19	Dia	-	-
<b>SEE</b>	-	-	-	-	-	-	-
<b>SM-CREM</b>	-	-	-	-	-	-	Não externo
<b>SMIS</b>	-	-	-	-	-	-	-
<b>SSN-MM</b>	Totalmente conhecido	Qualitativo	-	20-49	-	-	-
<b>STEPS</b>	-	-	Entrevista / observação	-	-	-	Externo (terceira parte)

Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 5: Avaliação dos modelos de maturidade, de acordo com os critérios de avaliação (parte 2)

	Background dos Respondentes	Papel funcional dos respondentes	Cálculo dos níveis de maturidade	Cálculo dos níveis de capacidade	Comunicação dos resultados (maturidade)	Comunicação dos resultados (capacidade)	Nº de organizações avaliadas
<b>EcoM2</b>	Business people	Apenas pessoal interno	Não é aplicável	Não é aplicável	Não é aplicável (Texto detalhado para nível)	Gráfico detalhado por questão avaliada / Não é aplicável (texto detalhado para cada capacidade)	Uma
<b>EUMMM</b>	Business people	Apenas pessoal interno	-	-	-	-	Uma
<b>GITO</b>	Não é aplicável	Não é aplicável	Diretamente observável	Não é aplicável	Valor numérico único para um nível	Não é aplicável	Uma
<b>HSE-CM</b>	-	-	-	-	-	-	-
<b>IRL-SMM</b>	-	Apenas pessoal interno	Diretamente observável	Diretamente observável	Valor numérico único para um nível	Não é aplicável	Uma
<b>MM-SDI</b>	Business people	Apenas pessoal interno	-	-	Texto único para um nível	-	-
<b>MM-SISM</b>	-	-	-	-	-	-	-
<b>MSD</b>	-	Não aplicável	-	Não é aplicável	-	Não aplicável	Uma
<b>SSE</b>	-	-	Diretamente observável	Não é aplicável	Valor numérico único para um nível / (gráfico para maturidade geral) / gráfico geral para cada área avaliada	Não aplicável	-
<b>SM-CREM</b>	-	-	-	-	Não é aplicável (gráfico mostrando a maturidade geral)	-	Uma
<b>SMIS</b>	-	-	-	-	-	-	uma
<b>SSN-MM</b>	Business people	Apenas pessoal interno	-	-	-	Feedback detalhado, por questão avaliada,	Uma
<b>STEPS</b>	-	-	-	-	Não é aplicável (gráfico mostrando a maturidade geral)	-	Uma

Fonte: Elaborado pelos autores

Já em relação à disponibilidade das questões de avaliação e dos cálculos dos níveis de maturidade/capacidade, apenas cinco modelos discutiram sobre o critério. Três deles permitem o conhecimento total dos dois dados, enquanto dois permitem o conhecimento parcial. Neste último caso, não foram apresentadas informações sobre o cálculo dos níveis de maturidade e/ou capacidade.

Considerando a coleta dos dados, apenas sete modelos de maturidade apresentaram indícios ou informações explícitas acerca dos tipos de dados coletados, com leve predominância de dados qualitativos. Além disso, os procedimentos de coleta de dados foram apresentados por sete modelos. Destes, cinco utilizaram a análise documental, que permitem a identificação do *modus operandi* da empresa, sem interromper os funcionários, além de minimizar resultados tendenciosos por avaliadores e respondentes (VAN LOOY, 2012). Quatro modelos utilizaram entrevistas, dois utilizaram a observação direta do local de trabalho e um fez uso de uma *survey*. Estes procedimentos, no geral, reúnem informações sobre como as organizações realmente funcionam e frequentemente permitem esclarecer possíveis dúvidas do avaliador (VAN LOOY, 2012). Deve-se ressaltar que 4 modelos utilizaram mais de um procedimento de coleta de dados, prática recomendada para permitir a triangulação dos dados, aumentando assim a confiança no resultado final e minimizando o viés do avaliador e avaliado em suas colocações (NOOLAN, 2006).

A quantidade de itens avaliados foi apresentada por cinco modelos, sendo que dois necessitam de até 19 itens, um requer até 49, um até 99 e um até 299 itens. Já o tempo necessário para a avaliação foi apresentado por quatro modelos, sendo que dois requerem apenas um dia e dois necessitam de mais uma semana para terminar o processo. Destaca-se que o número de itens está intrinsecamente ligado à profundidade e tempo de avaliação (VAN LOOY, 2012). Este fato foi verificado parcialmente, já que os modelos que necessitavam de apenas um dia de avaliação apresentaram baixa quantidade de itens a ser investigada.

O critério com a menor quantidade de informações foi o número de assessores da equipe para execução da avaliação, com apenas uma resposta em treze possibilidades. Além disso, apenas seis modelos definiram o assessor líder da avaliação, sendo quatro por meio de um agente externo e o restante, por meio de agentes internos à empresa. A importância destas informações reside não apenas na organização da avaliação, como também na seleção de um determinado modelo de maturidade (METTLER *et al.*, 2010).

Ainda no que diz respeito aos envolvidos na avaliação, não foi definidos o background dos indivíduos que possuem a informação necessária por oito modelos de maturidade, nem o seu papel funcional (membros internos ou externos a empresa) por seis deles.

Em relação ao cálculo da maturidade, três modelos apresentaram formas diretamente observáveis, ou seja, que representam o valor exato ou menor ao obtido na avaliação, e um não se adequa às definições de Van Looy (2012). Situação similar ocorre com o cálculo dos níveis de capacidade. Dos cinco modelos que apresentam informações sobre este cálculo, apenas um é diretamente observável e os outros quatro não classificáveis.

Já a forma de comunicação dos resultados da maturidade foi apresentada por seis modelos. Já a comunicação da capacidade foi exibida por sete deles. Deve-se ressaltar que cinco modelos não trabalham com a mensuração da capacidade, levando à classificação do critério como “não aplicável”.

No que diz respeito ao número de organizações avaliadas, todos os nove modelos que apresentaram informações sobre este critério possuem como escopo apenas uma unidade de negócio, desconsiderando outras unidades de negócio e empresas parceiras na mesma etapa de avaliação. De acordo com Rao e Holt (2005), muitos stakeholders podem não distinguir a responsabilidade por passivos ambientais de uma empresa e seus parceiros. Assim, é relevante a consideração da participação dos mesmos em futuras avaliações, de modo a guiar melhorias conjuntas e melhorar a sustentabilidade e marketing de toda cadeia.

Dos três grupos, este foi o que apresentou os piores resultados, sendo o grande diferencial na identificação dos modelos de maturidade com boas construções. Em sua maioria, os modelos abordaram superficialmente o uso do artefato, ou seja, sobre a forma e responsabilidade pela mensuração da maturidade. Apenas o EcoM2 explorou os elementos em sua totalidade, seguido pelo GITO, que apenas não identificou a equipe e assessor líder da avaliação. Estes sendo considerados os melhores modelos de maturidade em termos construtivos.

Em contrapartida, os modelos HSE-CM, MM-SDI, MM-SISM, SEE, SM-CREM, SMIS e STEPS não apresentaram informações relacionadas em mais da metade dos critérios, sendo então considerados os piores modelos em termos construtivos.

## **5. Conclusão, limitações e trabalhos futuros**

A avaliação da construção dos modelos de maturidade para a sustentabilidade possibilitou a identificação de deficiências em suas construções e métodos de aplicação semelhantes às encontradas em outros domínios. As mais relevantes estão associadas à aplicação dos modelos e sua validação.

Constatou-se a ausência de detalhamento das informações para a aplicação, em maior ou menor grau, em doze dos treze modelos de maturidade. Esta se mostra a principal deficiência de modelos de maturidade estudados. A falta de um método de aplicação impede o uso do modelo por interessados, já que apenas os seus desenvolvedores possuem as informações necessárias para a utilização do artefato no campo prático.

Já a falta de validação foi constatada em cinco modelos, impedindo a verificação dos benefícios reais e a teoria do modelo.

Outras características relevantes foram identificadas, mas não correspondem às deficiências de construção. A primeira diz respeito à falta de modelos de maturidade para certificação, lacuna relevante dada a importância que mercados industriais e finais dão a elas. A segunda está relacionada ao número de unidades de negócio envolvidas nas avaliações. A consideração da participação de parceiros na mesma avaliação pode permitir a melhoria da sustentabilidade de toda cadeia.

Em relação às limitações deste trabalho, a revisão clássica de literatura inviabilizou um mapeamento completo de todos os artefatos já desenvolvidos. Além disso, não foram estudados os conteúdos e objetivos dos modelos. Para trabalhos futuros, sugere-se a realização de revisão bibliográfica sistemática e análise do conteúdo e da teoria dos modelos identificados.

## 6. Referências

- BABIN, R.; NICHOLSON, B. **How green is my outsourcer? Measuring sustainability in global IT outsourcing.** Strategic Outsourcing: An International Journal, v. 4, n. 1, p. 47-66, 2011.
- BUELL, R. S. **Creating a culture to deliver sustainable HSE performance.** In: 8th SPE International Conference on Health, Safety and Environment in Oil and Gas Exploration and Production. 2006. p. 536-544.
- CHEN, A. J.; WATSON, R. T.; BOUDREAU, M. C.; KARAHANNA, E. **An institutional perspective on the adoption of Green IS & IT.** Australasian Journal of Information Systems, v. 17, n. 1, 2011.
- COOPER, C. M.; HEDGES, L. V. Research synthesis as a scientific enterprise. In: COOPER, C. M.; HEDGES, L. V. (Eds.) **The Handbook of Research Synthesis.** New York, NY, Russell Sage Foundation, 1994. p. 3-14.
- DE BRUIN, T.; FREEZE, R.; KAULKARNI, U.; ROSEMAN, M. **Understanding the main phases of developing a maturity assessment model.** ACIS 2005 Proceedings. 2005.
- EDGEMAN, R. **Sustainable Enterprise Excellence: towards a framework for holistic data-analytics.** Corporate Governance, v. 13, n. 5, p. 527-540, 2013.
- EREK, Koray. **From green IT to sustainable information systems management: Managing and measuring sustainability in IT organizations.** In: Proceedings of the European, Mediterranean & Middle Eastern Conference on Information Systems. 2011. p. 1-16.

- FRASER, P.; MOULTRIE, J.; GREGORY, M. **The use of maturity models/grids as a tool in assessing product development capability.** In: Engineering Management Conference, 2002. IEMC'02. 2002 IEEE International. IEEE, 2002. p. 244-249.
- FRICK, N. **Identification of Design Elements for a Maturity Model for Interorganizational Integration: A Comparative Analysis.** BLED 2012 Proceedings, 2012.
- FRICK, N.; KUTTNER, T. F.; SCHUBERT, P. **Assessment Methodology for a Maturity Model for Interorganizational Systems--The Search for an Assessment Procedure.** In: System Sciences (HICSS), 2013 46th Hawaii International Conference on. IEEE, 2013. p. 274-283.
- GONZÁLEZ-BENITO, J.; GONZÁLEZ-BENITO, O. **An analysis of the relationship between environmental motivations and ISO14001 certification.** British Journal of Management, v. 16, n. 2, p. 133-148, 2005.
- GUTOWSKI, T. Design and Manufacturing for the Environment. **Handbook of Mechanical Engineering,** 2004.
- HYNDS, E. J.; BRANDT, V.; BUREK, S.; JAGER, W.; KNOX, P.; PARKER, J. P.; SCHWARTZ, L., TAYLOR, J.; ZIETLOW, M. **A Maturity Model for Sustainability in New Product Development.** Research-Technology Management, 57(1), 50-57, 2014.
- MASALSKYTE, R.; ANDELIN, M.; SARASOJA, A. L.; VENTOVUORI, T. **Modelling sustainability maturity in corporate real estate management.** Journal of Corporate Real Estate, v. 16, n. 2, p. 126-139, 2014.
- METTLER, T. **A design science research perspective on maturity models in information systems.** Universität St. Gallen, St. Gallen, Switzerland, Technical Report BE IWI/HNE/03, 2009.
- METTLER, T.; ROHNER, P.; WINTER, R. **Towards a classification of maturity models in information systems.** In: Management of the interconnected world. Physica-Verlag HD, 2010. p. 333-340.
- NGAI, E. W. T.; CHAU, D. C. K.; POON, J. K. L.; TO, C. K. M. **Energy and utility management maturity model for sustainable manufacturing process.** International Journal of Production Economics, v. 146, n. 2, p. 453-464, 2013.
- NOOLAN, J.A. Organization Diagnosis Phase. In: JONES, Brenda B.; BRAZZEL, Michael (Ed.). **The NTL handbook of organization development and change: Principles, practices, and perspectives.** John Wiley & Sons, 2006.
- OKONGWU, U.; MORIMOTO, R.; LAURAS, M. **The maturity of supply chain sustainability disclosure from a continuous improvement perspective.** International Journal of Productivity and Performance Management, v. 62, n. 8, p. 4-4, 2013.
- PIGOSSO, D. C. A.; ROZENFELD, H. **Proposal of an Ecodesign Maturity Model: supporting Companies to improve Environmental Sustainability.** In: Globalized Solutions for Sustainability in Manufacturing. Springer Berlin Heidelberg, 2011. p. 136-141.
- PIGOSSO, D. C. A.; ROZENFELD, H.; MCALOONE, T. C. **Ecodesign maturity model: a management framework to support ecodesign implementation into manufacturing companies.** Journal of Cleaner Production, v. 59, p. 160-173, 2013.
- PÖPPELBUß, J.; RÖGLINGER, M. **What makes a useful maturity model? A framework of general design principles for maturity models and its demonstration in business process management.** 19th European Conference on Information Systems (ECIS 2011). Helsinki, Finland. 2011.
- RAMANI, K.; RAMANUJAN, D.; BERNSTEIN, W.Z.; ZHAO, F.; SUTHERLAND, J.; HANDWERKER, C.; CHOI, J.-K.; KIM, H.; THURSTON, D. **Integrated Sustainable Life Cycle Design: A Review.** Journal of mechanical design, v. 132, n. 9, 2010.
- RAO, P.; HOLT, D. **Do green supply chains lead to competitiveness and economic performance?.** International Journal of Operations & Production Management, v. 25, n. 9, p. 898-916, 2005.
- ROBINSON, H. S.; ANUMBA, C. J.; CARRILLO, P. M.; AL-GHASSANI, A. M. **STEPS: a knowledge management maturity roadmap for corporate sustainability.** Business Process Management Journal, v. 12, n. 6, p. 793-808, 2006.

RÖGLINGER, M.; PÖPPELBUß, J.; BECKER, J. **Maturity models in business process management**. Business Process Management Journal, v. 18, n. 2, p. 328-346, 2012.

SIMONSSON, M.; JOHNSON, P.; WIJKSTRÖM, H. **Model-based IT governance maturity assessments with COBIT**. In: ECIS, 2007. p. 1276-1287.

SRAI, J. S.; ALINAGHIAN, L. S.; KIRKWOOD, D. A. **Understanding sustainable supply network capabilities of multinationals: A capability maturity model approach**. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture, v. 227, n. 4, p. 595-615, 2013.

STANDING, C.; JACKSON, P. **An approach to sustainability for information systems**. Journal of Systems and Information Technology, v. 9, n. 2, p. 167-176, 2007.

TRIFILOVA, A.; BESSANT, J.; JIA, F.; GOSLING, J. **Sustainability-driven innovation and the Climate Savers' programme: experience of international companies in China**. Corporate Governance, v. 13, n. 5, p. 599-612, 2013.

VAN LOOY, A. **Business process maturity: a comparative study on a sample of business process maturity models**. Ghent University, 2012. Tese (Doutorado).

VEZZETTI, E.; VIOLANTE, M. G.; MARCOLIN, F. **A benchmarking framework for product lifecycle management (PLM) maturity models**. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, p. 1-20, 2013.

WIBOTZKI, M.; KOÇ, H. **A Project Driven Approach for Enhanced Maturity Model Development for EAM Capability Evaluation**. In: Enterprise Distributed Object Computing Conference Workshops (EDOCW), 2013 17th IEEE International. IEEE, 2013. p. 296-304.

## 7. Anexos

Tabela 6: Critérios, definições e características do grupo “não design”

Critério	Definição	Características		
Criação	O modo pelo qual o modelo foi criado.	Teórico, sem construção da	Teórico, com construção de teoria	Empírico
Propósito	Para qual propósito o modelo de maturidade deve ser usado	Aumentar a consciência	Benchmarking	Certificação
Validação	Evidências de que o modelo de maturidade é capaz de avaliar a maturidade e que ajuda a melhorar a eficácia dos processos de negócio.	Sim, para a aplicação	Sim, para a aplicação e resultados	Não
Custos diretos	Custos associados à aplicação do modelo.	Grátis		Pago

Fonte: Adaptado de Van Looy (2012)

Tabela 7: Critérios, definições e características do grupo “melhoria”

<b>Critério</b>	<b>Definição</b>	<b>Características</b>			
Capabilidades	O tipo de capacidade que deve ser avaliada	Básica	Básica + Cultura	Básica + Cultura + Estrutura	
Tipo de arquitetura	Se a evolução da maturidade poderá ser feita de modo contínuo ou	Contínua	Estágio	Ambas	
Detalhes da arquitetura	Extensão das diretrizes para atingir cada nível	Descritivo	Prescritivo Implícito	Prescritivo Explícito	
Foco	Foco que deverá ser investigado pelo modelo	Genérico		Específico	
Nº de processos de negócio	Quanto processos de negócio devem ser avaliados e melhorados	Um	Mais	Todos	Combinação
Número de níveis de maturidade	Quanto níveis de maturidade o modelo possui	< 5 níveis	5	> 5 níveis	Não aplicável
Número de níveis de capacidade	Quanto níveis de capacidade o modelo possui	< 5 níveis	5	> 5 níveis	Não aplicável
Rótulos dos níveis	O modo como os níveis são rotulados, isto é, o que eles indicam ou se referem explicitamente, esclarecendo a estratégia ou objetivo final do modelo de maturidade.	Otimização	Gestão	Integração	
Níveis externos	Número de organizações avaliadas.	Uma organização	A partir dos níveis mais altos	Em todos os níveis	

Fonte: Adaptado de Van Looy (2012)

Tabela 8: Critérios, definições e características do grupo “avaliação”

Critério	Definição	Características				
		Qualitativos		Quantitativos		Ambos
Escala de avaliação	Tipo de dados coletados	Qualitativos		Quantitativos		Ambos
Técnica de coleta de dados	Como a informação deve ser coletada durante a avaliação	Análise de documentos (Objetiva)	Questionário (Subjetiva)	Entrevista (Subjetiva)	Focus groups (Subjetiva)	Observação (Subjetiva)
Duração de avaliação	Tempo de duração da avaliação	Dia		Semana		Mais de uma semana
Disponibilidade da avaliação	Disponibilidade das questões da avaliação e do método de cálculo dos níveis de capacidade e maturidade	Totalmente conhecido		Parcialmente conhecido		Totalmente desconhecido
Papel funcional dos respondentes	Perfil dos indivíduos que possuem a informação e serão contatados.	Apenas pessoal interno		Pessoal interno e externo		
Número de itens da avaliação	Número de questões da avaliação	0-19	20-49	50-99	100-299	300 ou mais
Número de organizações avaliadas	Unidade de análise ou número de organizações para as quais os processos de negócio são avaliados e melhorados.	Uma		Mais		
Assessor líder	Quem lidera a condução da avaliação	Não externo		Externo (terceira parte)		
Número de assessores	Número de assessores requisitados para conduzir a avaliação Se devem ser considerados	1		2 ou 3		4 ou mais
Background dos Respondentes	explicitamente funcionários de TI na avaliação	Business people		IT people		Ambos
Cálculo dos níveis de maturidade	Como os níveis de maturidade resultantes são calculados.	Diretamente observável		Indiretamente observável		Não é aplicável
Cálculo dos níveis de capacidade	Como os níveis de capacidade resultantes são calculados.	Diretamente observável		Indiretamente observável		Não é aplicável
Comunicação dos resultados (maturidade)	Como os resultados da avaliação da maturidade são apresentados.	Texto único para um nível	Valor numérico único para	Gráfico detalhado por questão	Feedback detalhado, por questão	Não é aplicável
Comunicação dos resultados (capacidade)	Como os resultados da avaliação da capacidade são apresentados.	Texto único para um nível	Valor numérico único para	Gráfico detalhado por questão	Feedback detalhado, por questão	Não é aplicável

Fonte: Adaptado de Van Looy (2012)