



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO E DESENVOLVIMENTO RURAL

**MODELO DE ANÁLISE DE PREDIÇÃO DO
DESENVOLVIMENTO DAS MICRO E PEQUENAS
EMPRESAS UTILIZANDO CADEIAS DE MARKOV**

AURISTELA MARIA DA SILVA

RECIFE, FEVEREIRO/2018.



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO E DESENVOLVIMENTO RURAL

**MODELO DE ANÁLISE DE PREDIÇÃO DO
DESENVOLVIMENTO DAS MICRO E PEQUENAS
EMPRESAS UTILIZANDO CADEIAS DE MARKOV**

AURISTELA MARIA DA SILVA

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Administração e Desenvolvimento Rural como exigência parcial à obtenção do título de Mestre em Administração.

Orientador: Prof. André Marques Cavalcanti, DSc

RECIFE, FEVEREIRO/2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

S586m Silva, Auristela Maria da.
Modelo de análise de predição do desenvolvimento das micro e pequenas
Empresas utilizando cadeias de Markov / Auristela Maria da Silva. - Recife, 2018.
92 f.: il.

Orientador: André Marques Cavalcanti.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Programa de Pós-Graduação em Administração e Desenvolvimento Rural, Recife,
BR-PE, 2018.
Inclui referências, apêndice(s) e anexo(s).

1. Micro e pequenas empresas 2. Inovação 3. Gestão 4. Cadeias de Markov
I. Cavalcanti, André Marques, II. Título

CDD 338.1



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO E DESENVOLVIMENTO RURAL

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE
MESTRADO ACADÊMICO DE

AURISTELA MARIA DA SILVA

***MODELO DE ANÁLISE DE PREDIÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DAS MICRO E
PEQUENAS EMPRESAS UTILIZANDO CADEIAS DE MARKOV***

A comissão examinadora, composta pelos professores abaixo, sob a presidência do primeiro, considera a candidata **AURISTELA MARIA DA SILVA APROVADA em 27/02/2018.**

Orientador:

Prof. André Marques Cavalcanti, DSc
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Banca Examinadora:

Prof(a). André Marques Cavalcanti, DSc
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. André de Souza Melo, DSc
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Francisco de Sousa Ramos, DSc
Universidade Federal Pernambuco

Dedico este trabalho aos meus pais Josefa Maria da Silva e João Ferreira da Silva; aos meus irmãos Amilton e Ferreira e ao meu companheiro de todos os momentos, Fernando.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida.

Aos meus pais pelos ensinamentos de perseverança, dignidade, fé e respeito ao próximo.

Ao meu orientador e amigo, pela oportunidade de aprender um pouco mais a cada dia.

Aos amigos e colegas, antigos e novos, que fiz durante a minha caminhada, os quais contribuíram com uma palavra de apoio, um abraço, um sorriso, um ensinamento.

Aos meus familiares pelo amor e carinho que nos tornam pessoas melhores a cada dia.

A Fernando, companheiro de todas as horas, o meu agradecimento especial.

“Para não arrefeceres, imaginai que podeis vir a saber muitas coisas; para não presumirdes, refleti que, por muito que souberdes, muito pouco tereis chegado a saber.”

Rui Barbosa.

RESUMO

As micro e pequenas empresas (MPE) estão sendo constantemente desafiadas em sua capacidade de reagir às ameaças do mercado e gerar oportunidades. A inovação surge como uma forma de tornar essas empresas mais robustas e competitivas. Nesta pesquisa, apresentar-se-á um modelo probabilístico que contribui para o estudo da dinâmica do comportamento das MPE com relação ao seu perfil inovador e organizacional em longo prazo. O modelo utilizado corresponde a uma Cadeia de *Markov* em tempo discreto, que ao definir os níveis de maturidade (estados) das empresas e a obtenção das probabilidades de transição em um passo, permite descrever e prever os estados futuros dessas organizações. Os diferentes estados utilizados são baseados no Grau de Desenvolvimento Organizacional (GO) e no Grau de Inovação (GI), obtidos a partir do Projeto Agentes Locais de Inovação do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Para validar o modelo, utilizar-se-á uma amostra dirigida distribuída em três grupos de 20 empresas dos setores da indústria de alimentos, móveis e confecções do estado de Pernambuco. Os resultados obtidos indicam que, dado o estado inicial dessas empresas, que em sua maioria encontra-se em um patamar de gestão e inovação considerado insipiente, assim permanecerão ao atingir o estado estacionário do modelo.

Palavras-chave: Micro e pequenas empresas, Inovação, Gestão, Cadeias de *Markov*.

ABSTRACT

Micro and small enterprises (SMEs) are constantly challenged in their ability to react to market threats and generate opportunities. Innovation emerges as a way to make these companies more robust and competitive. In this research, we will present a probabilistic model that contributes to the study of the dynamics of the behavior of MPE in relation to its innovative and organizational profile in the long term. The model used corresponds to a Markov Chain in discrete time, which in defining the maturity levels (states) of the companies and obtaining the probabilities of transition in a step, allows to describe and predict the future states of these organizations. The different states used are based on the Degree of Organizational Development (GO) and Degree of Innovation (GI), obtained from the Project Local Innovation Agents of the Brazilian Service of Support to Micro and Small Companies. To validate the model, a directed sample distributed in three groups of 20 companies from the food, furniture and clothing industry sectors of the state of Pernambuco will be used. The results indicate that, given the initial state of these companies, which are mostly at a level of management and innovation considered to be insipient, they will remain in reaching the steady state of the model.

Keywords: Micro and Small Business, Innovation, Management, Markov Chains.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1. Justificativas e motivações.....	16
1.2. Objetivos.....	18
1.3. Estrutura da Dissertação.....	18
2. MICRO E PEQUENAS EMPRESAS: CONCEITOS, EMPREENDEDORISMO E INOVAÇÃO	20
2.1. Micro e Pequenas Empresas.....	20
2.2. Inovação: O Brasil e os países mais inovadores.....	26
2.3. Empreendedorismo.....	29
2.4. Resumo do Capítulo.....	35
3. REVISÃO DA LITERATURA	37
3.1. Inovação.....	37
3.2. Vantagem Competitiva através da Inovação.....	40
3.3. Como Mensurar a Inovação.....	41
3.4. Modelos de Mensuração da Inovação.....	42
3.4.1. Manual de Oslo.....	42
3.4.2. O Modelo de Berreyre.....	44
3.4.3. A Pesquisa PINTEC.....	45
3.4.4. O Radar de Inovação.....	46
3.5. Resumo do Capítulo.....	48
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	49
5. RESULTADOS	57
6. CONCLUSÕES	71
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
ANEXO I	84
APÊNDICE I	86

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1. A estrutura de mensuração da inovação.....	42
Figura 5.1. Dispersão GO x GI.....	57
Figura 5.2. Comportamento da série GI no Ciclo 0.....	57
Figura 5.3. Comportamento da série GO no Ciclo 0.....	58
Figura 5.4. Quantidade de empresa por nível para o Ciclo 0.....	61
Figura 5.5. Quantidade de empresa por nível para o Ciclo 1.....	61
Figura 5.6. Quantidade de empresa por nível para o Ciclo 2.....	61
Figura 5.7. Comparativo entre os graus de inovação médios nos Ciclos 0 e 2.....	62
Figura 5.8. Diagrama de transição da matriz de um passo de GI.....	63
Figura 5.9. Diagrama de transição da matriz de um passo de GO.....	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1. Empresas e pessoas ocupadas por porte (2009-2011).....	23
Tabela 2.2. Taxas e estimativas de empreendedorismo segundo o estágio dos empreendimentos - Brasil – 2016)	33
Tabela 3.1. Definições das dimensões da inovação	46
Tabela 4.1. Dimensões do Radar de Organizacional e suas dimensões	49
Tabela 4.2. Artigos publicados na base acadêmica da Scopus com os nomes “ <i>Markov Chain</i> ”.....	53
Tabela 5.1. Correlação entre as variáveis GI e GO.....	56
Tabela 5.2. Quantidade de empresas por níveis nos Ciclos 0, 1 e 2.	59
Tabela 5.3. Matriz de transição para o par GOxGI de (1,1) até (2,4)	68
Tabela 5.4. Matriz de transição para o par GOxGI de (3,1) até (4,4)	68
Tabela 5.5. Recorte da matriz de transição GOxGI em quatro períodos de tempo...69	

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1. Classificação de micro e pequenas empresas de acordo com a Lei Geral das Microempresas e Empresas de Pequeno Porte	21
Quadro 2.2. Classificação das empresas brasileiras segundo o IBGE por quantidade de empregados	21
Quadro 2.3. Classificação das empresas brasileiras segundo o BNDES por faturamento anual	22
Quadro 2.4. Critérios de Classificação das MPME pelo MERCOSUL.....	22

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1. Percentuais de empresas brasileiras que financiaram Atividades de P&D por natureza de fontes de financiamento.	24
Gráfico 2.2. Classificação do Índice Global de Inovação 2017.	27
Gráfico 2.3. Evolução do ranking do Brasil no GII (2011-2017).	28
Gráfico 2.4. Índice de Empreendedores Estabelecidos - Países Impulsionados por Eficiência em 2017.	34
Gráfico 4.1 Número de artigos por ano de publicação contendo as palavras “Markov Chain” no título ou abstract.	54
Gráfico 4.2 Número de patentes por ano contendo as palavras “Markov Chain” no título ou abstract da patente.	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALI	Agentes Locais de Inovação
APEX BRASIL	Agência Brasileira de Promoção a Exportação e Investimento
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CNC	Confederação Nacional do Comércio
CNI	Confederação Nacional da Indústria
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
EPP	Empresa de Pequeno Porte
EUROSTAT	Statistical Office of the European Community
FNQ	Fundação Nacional da Qualidade
GI	Grau de Inovação
GO	Grau de Desenvolvimento Organizacional
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MDIC	Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços
ME	Microempresa
MED	Média Empresa
MEG	Modelo de Excelência de Gestão
MEI	Microempreendedor Individual
GEM	<i>Global Entrepreneurship Monitor</i>
GII	<i>Global Innovation Index</i>
OCDE	Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico
OMPI	Organização Mundial da Propriedade Intelectual
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

1. INTRODUÇÃO

1.1. Justificativas e motivações

Nos dias atuais, há um grande esforço das micro e pequenas empresas (MPE) para se manter no mercado. Essas empresas são afetadas por mudanças políticas e econômicas, pelo surgimento de novos entrantes nacionais, além da concorrência de produtos de empresas estrangeiras.

As MPE apresentam grande destaque na economia e, no caso do Brasil, ofertam mais de 50% das vagas de emprego e representam para a economia cerca de 98,2% dos estabelecimentos privados existentes (SEBRAE, 2014a; 2014b; 2015a; 2016). Em função dessa importância, o poder público desenvolve programas de fomento a inovação e melhoria da gestão direcionados para as micro e pequenas empresas, procurando prestar consultorias através de metodologias próprias desenvolvidas por cada programa, objetivando fortalecer as empresas através do aumento da competitividade, produtividade e da inovação.

Programas como Agentes Locais de Inovação (ALI) do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE, 2015), o Brasil mais Produtivo do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC) e o Programa de Qualificação para Exportação da Agência Brasileira de Promoção de Exportação e Investimentos (APEX Brasil) atuam para promover a inovação através da análise de diagnósticos junto às empresas. Os resultados desses diagnósticos permitem conhecer o nível de maturidade das empresas e propor ações de melhoria. Muitas dessas ações têm foco na inovação, seja no produto, processo, gestão, canais de comercialização.

Motivados pelas discussões relativas aos programas de fomento que viabilizam o desenvolvimento das empresas através de ações de inovação, busca-se propor um modelo de predição dos estados futuros de gestão e inovação das micro e pequenas empresas. Através desse modelo, poder-se-á analisar qual o grau de maturidade organizacional e de inovação das empresas após “*n*” transições de estados, definindo o seu perfil e permitindo aos gestores planejar ações específicas para o desenvolvimento das mesmas.

As transições de estados baseadas em probabilidades são utilizadas para analisar fenômenos em diversas áreas do conhecimento. No caso em que a probabilidade de transição depende apenas do estado em que o fenômeno se encontra e do estado seguinte, o processo é chamado processo de *Markov* e uma sequência de estados seguindo este processo é denominado Cadeias de *Markov*.

Os modelos para processos que se desenvolvem ao longo do tempo, de uma forma probabilística, são os chamados processos estocásticos. As Cadeias de *Markov* são um tipo específico de processo estocástico, possuindo uma propriedade *markoviana* na qual a predição de eventos futuros depende apenas do estado atual do processo. Neste aspecto, há uma independência com os eventos ocorridos no passado.

Nesta pesquisa, utilizar-se-á a teoria das Cadeias de *Markov* para realizar a predição de estados futuros de uma amostra das empresas participantes do projeto Agentes Locais de Inovação (SEBRAE, 2015). Através desta predição, poder-se-á desenhar o perfil da empresa no futuro, permitindo ao empresário direcionar esforços para as dimensões da empresa que vão gerar um salto nos graus de gestão e inovação das mesmas.

Utilizar-se-á os dados de 60 empresas do Projeto Agentes Locais de Inovação (ALI). Esses dados são originados dos diagnósticos de desenvolvimento organizacional e de inovação, mediante preenchimento de formulários em um processo de entrevista estruturada, baseadas no Radar da Inovação. A amostra é igualmente distribuída em três grupos de 20 empresas dos setores da indústria de alimentos, móveis e confecções do estado de Pernambuco, selecionadas de modo não probabilístico por adesão, participantes do projeto ALI (SEBRAE, 2015). Os setores foram escolhidos considerando-se a diferença natural entre eles, sobretudo, no tocante às possibilidades de inovar.

Com os dados dos diagnósticos de inovação e organizacional, obtém-se o Grau de Desenvolvimento Organizacional (GO) e o Grau de Inovação (GI) das empresas participantes do projeto. Utilizar-se-á esses dados para compor a matriz de transição de *Markov* de um passo para construir o modelo proposto.

Após a construção da matriz, far-se-á a análise dos estados futuros de GO, GI e do par GOxGI.

1.2. Objetivos

O objetivo geral desta pesquisa é desenvolver um modelo de predição dos estados futuros de grau de gestão e inovação para micro e pequenas empresas.

Os objetivos específicos são:

- Identificar a existência de correlação entre o Grau de Desenvolvimento Organizacional (GO) e o Grau de Inovação (GI), a partir do radar de inovação definido por Sawhney, Wolcott, Arroniz (2006);
- Analisar o Grau de Desenvolvimento Organizacional (GO) a partir da matriz de transição de um passo;
- Analisar o Grau de Inovação (GI) a partir da matriz de transição de um passo;
- Analisar o par GOxGI a partir da matriz de transição de um passo;
- Realizar a predição dos estados das empresas em n passos futuros para GO, GI e GOxGI utilizando as Cadeias de *Markov*;
- Realizar a predição dos estados das empresas em longo prazo utilizando as Cadeias de *Markov*.

1.3. Estrutura da Dissertação

Esta dissertação é composta por 6 capítulos. No Capítulo 1 tem-se a introdução da temática a ser abordada, justificativa, motivações, objetivo geral e objetivos específicos. No Capítulo 2 discorrem-se sobre os conceitos de Micro e Pequenas Empresas, abordando os temas de empreendedorismo e inovação para MPE. No Capítulo 3 trata-se do referencial teórico, abrangendo conceito de inovação, vantagem competitiva, modelos de mensuração da inovação. No Capítulo 4 descrevem-se os procedimentos metodológicos e aborda-se a teoria das Cadeias de *Markov*. No Capítulo 5 analisam-se os

resultados obtidos e no capítulo 6 descrevem-se as conclusões e sugestões de trabalhos futuros.

2. MICRO E PEQUENAS EMPRESAS: CONCEITOS, EMPREENDEDORISMO E INOVAÇÃO.

2.1. Micro e Pequenas Empresas

No cenário brasileiro contemporâneo, as MPE vêm desempenhando um papel fundamental na sociedade e na economia. No âmbito nacional, várias são as definições adotadas em relação às MPE. Em geral, levam-se em consideração critérios quantitativos, como número de empregados por setor de atividade ou faturamento anual bruto (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO COMÉRCIO, 2000).

Segundo o relatório do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2003, não há unanimidade sobre a delimitação do segmento das micro e pequenas empresas. Observa-se, na prática, uma variedade de critérios para a sua definição, tanto por parte da legislação específica, como por parte de instituições financeiras oficiais e órgãos representativos do setor, baseando-se no valor do faturamento, ou no número de pessoas ocupadas, ou em ambos. A utilização de conceitos heterogêneos decorre do fato de que a finalidade das organizações com relação às MPE possui objetivos distintos, tais como: financiamento, editais de fomento, pesquisas.

A classificação das empresas quanto ao tamanho é ampla e complexa. Os critérios podem ser separados em quantitativos, qualitativos ou mistos. Entretanto, os critérios quantitativos são os mais utilizados em todos os setores da economia, devido à facilidade de coleta e manuseio dos dados. Com base nisso, é possível estabelecer indicadores de desempenho, tendências, médias e análises comparativas. Todavia, é necessário levar em consideração que existem critérios que podem ser aplicados a diferentes setores industriais, e outros que são específicos a determinados tipos de negócios (LEONE, 1991; TERENCE, 2002; LEONE e LEONE, 2012).

Em Leone (1991) têm-se uma abordagem dos critérios quantitativos, associando-se aos mesmos os fenômenos econômicos e sociais. Baseando-se nessa linha de pensamento, o conceito de micro e pequenas empresas passa a ter um enfoque do comportamento social das mesmas.

A medida de classificação a ser adotada dependerá da escolha do pesquisador, analista, instituição governamental ou agência governamental (LEONE, 1991; LEONE e LEONE, 2012). Entre os critérios utilizados estão: número de empregados, volume anual de vendas, faturamento ou receita bruta anual, capital social, estrutura de financiamento, valor do passivo, valor do patrimônio líquido; valor do ativo imobilizado, consumo de energia, centros de lucros, quantidade de dirigentes, quantidade de contratos, quantidade de produtos e participação de mercado (LEONE e LEONE, 2012).

Conforme discutido pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) (2014), ao examinar a experiência internacional, a classificação das MPE varia, sendo que o critério mais comum se baseia em informações de número de empregados. No entanto, o tamanho da companhia também pode ser definido a partir de critérios como receitas e ativos. Por conta disto, é importante explicitar as diferentes classificações utilizadas para segmentar as empresas por porte.

A Lei Geral das Microempresas e Empresas de Pequeno Porte de 2006 (também conhecida como “Lei Geral”) classifica as companhias a partir da receita bruta anual. Assim, uma empresa de pequeno porte (EPP) é aquela cujas vendas brutas anuais situam-se entre R\$ 360 mil e R\$ 3,6 milhões (ver Quadro 2.1). O Banco Central do Brasil (BC) considera a referência do Quadro 2.1 para classificar Microempresas (ME) e Pequenas Empresas. Em adição, o Banco Central define Médias Empresas (MdE) como aquelas cujas vendas anuais variam entre R\$ 3,6 milhões e R\$ 300 milhões, e cujos ativos são inferiores a R\$ 240 milhões. As Grandes Empresas (GE) são definidas como aquelas com faturamento anual superior a R\$ 300 milhões ou ativos maiores do que R\$ 240 milhões.

Já o IBGE classifica as empresas segundo o número de empregados. Como se observa no Quadro 2.2, a tipologia adicionalmente diferencia indústria de comércio e serviços. O Serviço Brasileiro de Apoio à Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) utiliza tanto a classificação da Lei Geral quanto a do IBGE. Os dados relativos ao Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) estão organizados com base na classificação vigente até dezembro de 2016.

Quadro 2.1. Classificação de micro e pequenas empresas de acordo com a Lei Geral das Microempresas e Empresas de Pequeno Porte.

Categoria	Receita Bruta Anual	Informações
Microempreendedor Individual (MEI)	Até R\$ 60 mil	Pessoa que trabalha por conta própria e se legaliza como pequeno empresário
Microempresa (ME)	Entre R\$ 60 mil e R\$ 360 mil	Sociedade empresária; Sociedade Simples; Empresa Individual
Pequena Empresa (PE) ou Empresa de Pequeno Porte (EPP)	Entre R\$ 360 mil e R\$ 3,6 milhões	Valores referentes ao mercado nacional. Receitas oriundas de exportação não são consideradas.

Fonte: SEBRAE (2016).

Obs: A partir de janeiro de 2018, PE será considerada como aquela com faturamento anual de até 4,8 milhões.

É importante registrar também a classificação adotada pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), que é o principal agente no financiamento em longo prazo na economia brasileira. Esta classificação foi alterada em janeiro de 2017, convergindo para a Lei Geral (Quadro 2.3).

Quadro 2.2. Classificação das empresas brasileiras segundo o IBGE por quantidade de empregados.

Categoria	Indústria	Comércio e Serviços
Microempresa (ME)	Até 19	Até 9
Pequena Empresa (PE)	De 20 a 99	De 10 a 49
Média Empresa (MdE)	De 100 a 499	De 50 a 99
Grande Empresa (GE)	Mais de 500	Mais de 100

Fonte: SEBRAE (2016).

Além das classificações anteriores, a Resolução MERCOSUL GMC nº 90/93, que institui a política de apoio às Micro, Pequenas e Médias Empresas (MPME), traz os parâmetros de definição diferenciados por setor: (i) indústria e

(ii) comércio e serviços (Quadro 2.4). A Resolução MERCOSUL GMC nº 59/98, mantém os mesmos parâmetros, conforme Quadro 2.4.

Quadro 2.3. Classificação das empresas brasileiras segundo o BNDES por faturamento anual.

Categoria	Anterior	Atual
Milhões de R\$		
Microempresa (ME)	≤ 2,4	≤ 0,36
Pequena Empresa (PE)	2,4 – 16	0,36 - 3,6
Média Empresa (MdE)	16 – 90	3,6 - 300
Empresa Média-Grande (continuação)	90 – 300	-
Grande Empresa (GE)	≥ 300	≥ 300

Fonte: BNDES.

A importância social e, principalmente, econômica das MPE é fato incontestável para todas as economias do mundo. No Brasil em particular, esse segmento adquire relevância ainda maior pela sua expressiva participação na economia nacional. A representatividade do segmento pode ser descrito pelos dados da Tabela 2.1.

Quadro 2.4. Critérios de Classificação das MPME pelo MERCOSUL.

	Microempresa		Pequena Empresa		Média Empresa	
	Indústria	Comércio e Serviços	Indústria	Comércio e Serviços	Indústria	Comércio e Serviços
Nº de Empregados	1 - 10	1 - 5	11 - 40	6 - 30	41 - 200	31 - 80
Faturamento Anual	US\$ 400 mil	US\$ 200 mil	US\$ 3,5 milhões	US\$ 1,5 milhão	US\$ 20 milhões	US\$ 7 milhões

Fonte: MERCOSUL/GMC/RES nº 90/93 e MERCOSUL/GMC/RES nº 59/98.

O total de pessoal ocupado (emprego) corresponde, em todas as pesquisas anuais do IBGE, ao número de pessoas efetivamente ocupadas em

dezembro, independente de terem ou não vínculo empregatício, desde que tenham sido remuneradas diretamente pelas empresas.

Nota-se, pelos dados da Tabela 2.1, que as Microempresas e Pequenas Empresas representavam 97,60% do total de empresas no país e ocupavam mais da metade dos trabalhadores formais (51,66%). Segundo o SEBRAE (2012), essas empresas responderam por 39,7% da renda do trabalho naquele ano. Além disso, o SEBRAE (2014) também aponta que, no período de 2009 - 2011, as Micro e Pequenas Empresas já são as principais geradoras de riqueza no comércio no Brasil (53,4% do PIB deste setor). No PIB da indústria, a participação das micro e pequenas (22,5%) já se aproxima das médias empresas (24,5%). E no setor de Serviços, mais de um terço da produção nacional (36,3%) têm origem nos pequenos negócios.

Tabela 2.1. Empresas e pessoas ocupadas por porte (2009-2011).

Porte	Número de Empresas %	Pessoal Ocupado %
Microempresa	85	26,93
Pequena empresa	12,60	24,73
Média empresa	1,70	12,47
Grande empresa	0,70	35,87

Fonte: Elaboração da autora, a partir de dados do SEBRAE (2014).

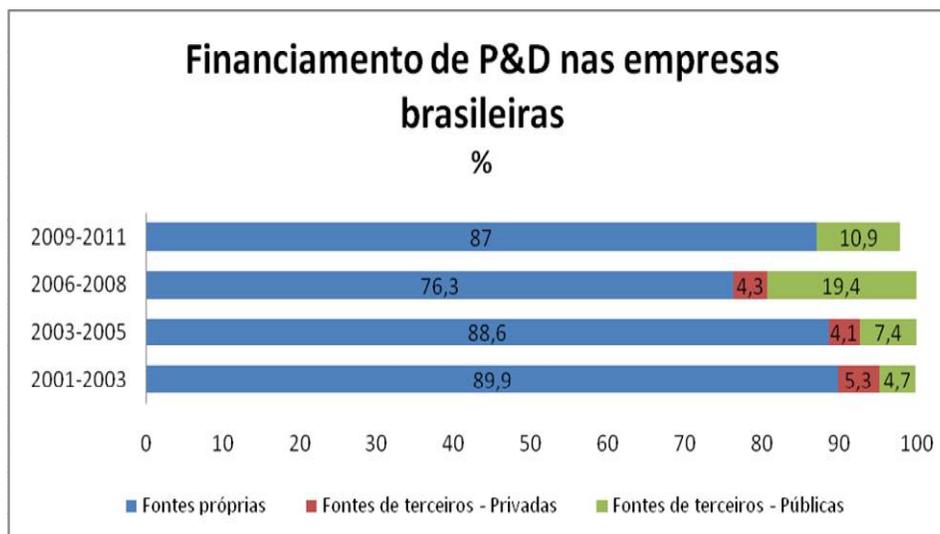
Apesar dos números expressivos das MPE na economia, as mesmas competem, buscando assegurar a sua sobrevivência e se manter no mercado (MYTELKA, 1999).

Remetendo à realidade das empresas de pequeno porte no tocante à inovação, Sperafico, Engelman e Gonçalves (2016) afirmam que, diante da ausência de um setor de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) ou de um centro de pesquisas próprio, as atividades tecnológicas destas empresas são oriundas de arranjos menos formalizados ou com interação com as instituições de pesquisa. Esta interação se dá através da inserção dessas empresas em incubadoras ou parques tecnológicos, participando de ambientes favoráveis à interação entre empresas de base científico-tecnológica, promovendo a inovação, competitividade e capacitação empresarial para fomentar o crescimento econômico da região onde se situa (VEDOVELLO, 2006;

ANPROTEC, 2012; MCTI, 2013). Porém estes ambientes estão disponíveis, em geral, para MPE de base tecnológica.

Segundo Gabriani (2016), ao se analisar o financiamento das atividades de inovação, pela perspectiva do tamanho da empresa, com dados da Pesquisa de Inovação PINTEC/IBGE no período de 1998 até 2011, constata-se através da tabela do Anexo I, que não há diferenças significativas em relação ao padrão de uso dessas fontes de acordo com o tamanho das empresas. Tanto nas pequenas quanto nas grandes empresas predomina o uso de fontes próprias no financiamento das atividades de inovação, sejam elas atividades de P&D ou demais atividades de inovação (ver Gráfico 2.1).

Gráfico 2.1. Percentuais de empresas brasileiras que financiaram atividades de P&D por natureza de fontes de financiamento.



Fonte: Gabriani (2016) baseado a partir das informações das Pesquisas de Inovação Tecnológica – PINTEC/IBGE – período de 2001 até 2011.

Observa-se, na tabela do Anexo I, que o menor percentual de empresas que recorreram às fontes próprias para financiar as atividades de P&D ocorreu durante o período de 2006-2008. Nesse período, 76,3% das empresas financiaram atividades de P&D com recursos provenientes de fontes próprias. Por outro lado, o menor percentual de empresas que recorreram às fontes próprias para financiar as demais atividades de inovação ocorreu durante o período de 1998-2000, quando 65,3% delas serviram-se de recursos próprios para financiá-las.

Ainda, de acordo com os dados do Gráfico 2.1, a segunda opção de fonte de financiamento vem do setor público através de convênios e editais de fomento. Exceto no período de 2001-2003, os investimentos em P&D originados de fontes privadas é o menor, comparado às fontes próprias e públicas. Segundo Gabriani (2016), este resultado evidencia que as empresas brasileiras não são usuárias de recursos provenientes de fontes privadas para financiar atividades de P&D, o que está em consonância com os riscos e as incertezas relacionados com esse tipo de investimento.

2.2. Inovação: O Brasil e os países mais inovadores

Em Schumpeter (1984), argumenta-se que a inovação tecnológica pode ser um determinante no que tange ao processo de desenvolvimento econômico. De acordo com este pesquisador, a economia da inovação deve ser introduzida pelas indústrias para fazer frente à concorrência cada vez mais acirrada. O atual cenário marcado pela competitividade no mercado globalizado é importante para que as indústrias concentrem suas estratégias no desenvolvimento de sua capacidade de inovação, buscando sua inserção de forma a poder competir neste mercado globalizado.

A importância de lançar as bases para impulsionar o desenvolvimento econômico por meio da inovação é cada vez maior. Para Vargas, Estrada e Gómez (2016, p.49): “A inovação é um fator determinante para o desempenho da empresa, por conseguinte, é essencial para as empresas repensar as suas estratégias para dar maior importância às estratégias de inovação, que permitirá alcançar vantagens competitivas e desempenho superior.” Nesse sentido, as empresas podem adotar estratégias de inovação que as coloquem em um patamar superior frente aos seus concorrentes, contribuindo assim para a inovação do país.

Segundo o mais recente relatório do *Global Innovation Index* (GII) (2017), políticas correlatas concebidas para manter os investimentos em inovação podem ajudar a transformar a retomada econômica em crescimento de longo prazo. Essas políticas proativas de inovação, também constituem um poderoso remédio contra a incerteza, visto que elevam a confiança e, conseqüentemente, os investimentos de agentes econômicos no futuro.

A organização *Global Innovation Index* visa estabelecer métricas capazes de melhor capturar as múltiplas facetas da inovação, além de revelar suas vantagens para a sociedade. Lançado em 2007, o GII firmou-se, com o passar dos anos, como referência de ponta sobre inovação em escala mundial. Em 2016, o GII incluiu 128 países nas suas pesquisas, que representavam 92,8% da população mundial e 97,9% do PIB. Trata-se de uma copublicação da Universidade de Cornell (EUA), juntamente com o Instituto Europeu de Administração de Empresas (INSEAD) e a Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI), que pretende ir além das medidas tradicionais de inovação, tais como número de artigos científicos publicados ou nível de investimentos em pesquisa e desenvolvimento de cada país (CNI, 2016).

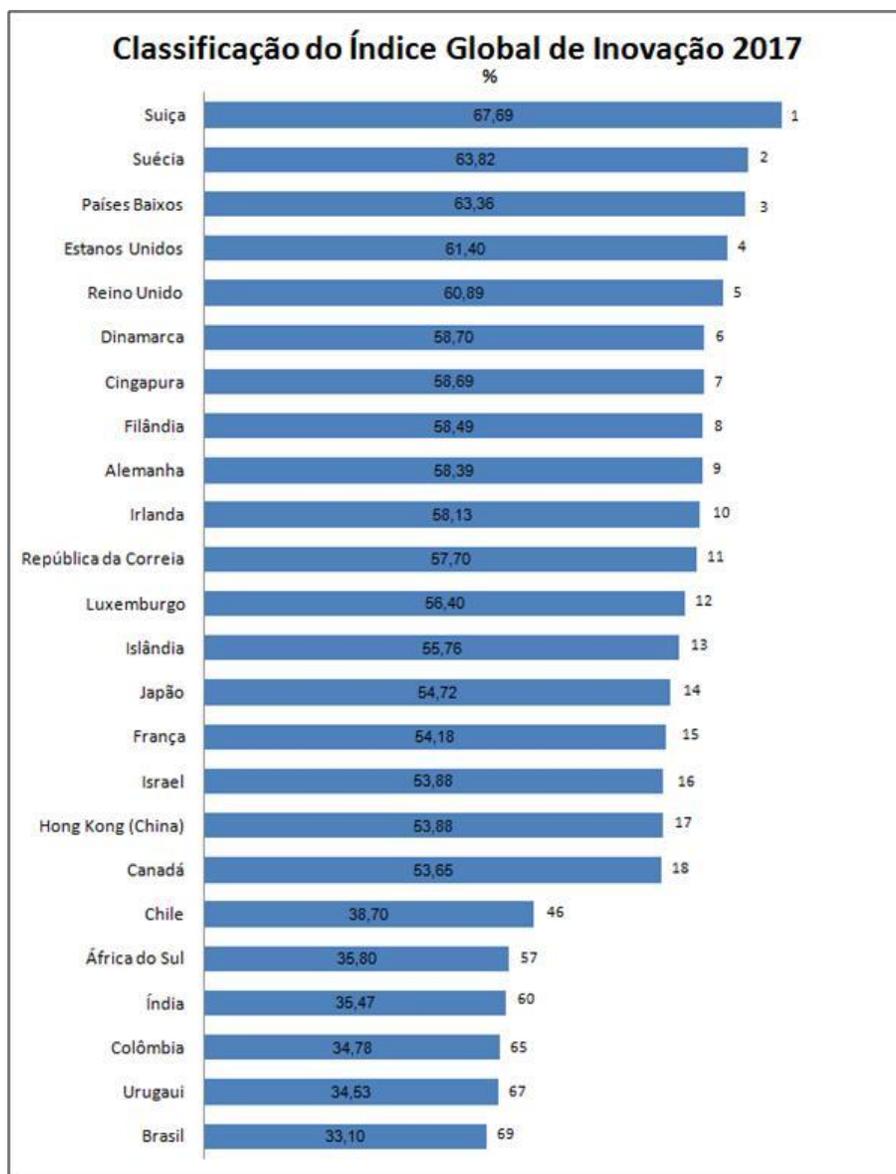
Segundo relatório do GII (2017), a inovação está se tornando cada vez mais global, embora exista um abismo entre os países mais ricos e inovadores e as demais nações. Esta afirmação é comprovada ao se constatar que os líderes em inovação seguem absolutos no topo da lista dos relatórios desta organização. A Suíça, por exemplo, ocupa o primeiro lugar de países mais inovadores por sete anos seguidos, e entre os 25 países mais inovadores, a maioria, são países ricos. Assim, Estados Unidos, Japão, Reino Unido e outros países de alta renda lideram o *ranking* de qualidade de inovação, sendo a China o único país de renda média a participar desse grupo, conforme mostrado no Gráfico 2.2. Este gráfico foi elaborado fazendo-se um corte a partir dos dezoito países mais inovadores, segundo relatório do GII (2017), mostrando o desempenho de países com diversos perfis econômicos.

A China subiu três posições na edição de 2017, tornando-se a 22ª economia mais inovadora do mundo após ter figurado como a primeira economia de renda média entre os 25 primeiros colocados na edição de 2016, configurando uma exceção dos países mais inovadores.

Ainda segundo conclusão do relatório da GII (2017), na América Latina e no Caribe é preciso intensificar os esforços para que a região alcance todo o seu potencial de inovação. Chile, México e Brasil e alguns outros países da região são, indiscutivelmente, importantes agentes de inovação. A título de exemplo, incluindo os dados de 2017, nenhuma economia dessa região foi identificada como realizadora em inovação – ou seja, nenhuma delas registrou

desempenho em inovação acima do esperado em relação ao seu nível de desenvolvimento.

Gráfico 2.2. Classificação do Índice Global de Inovação 2017.



Fonte: Elaborado pela autora, a partir do relatório da Global Innovation Index (2017).

Ainda, analisando-se o Gráfico 2.2, pode-se verificar que países da América do Sul como Chile (38,70%), Colômbia (34,78%) e Uruguai (34,53%) possuem um desempenho melhor que o Brasil em termos de índice de inovação.

Conforme indicado no Gráfico 2.3, o desempenho geral do Brasil no GII tem piorado ao longo dos anos. O país caiu de 47.º lugar, em 2011 para 69.º em 2016 e 2017. Em 2012, o Brasil ocupava o 58.º; em 2013 o 64.º; em 2014 o 61.º e em 2015 o 70.º, a pior posição ocupada desde a criação do GII.

Gráfico 2.3. Evolução do *ranking* do Brasil no GII (2011-2017).



Fonte: Elaborado pela autora, a partir dos dados do Relatório Global Innovation Index de 2011-2017.

Outro ponto que deve ser ressaltado do relatório é a ascensão de um grupo de países asiáticos no *ranking* da inovação. Países como Hong Kong (China), Cingapura, República da Coreia, Japão e, em certa medida, Malásia, vêm desenvolvendo suas agendas de inovação a um ritmo bastante rápido, integram um grupo de países asiáticos com o melhor desempenho em inovação da região. Além desses países, a Índia vem apresentando um desempenho em inovação constantemente acima do esperado em relação ao seu PIB per capita.

2.3. Empreendedorismo

De acordo com Dornelas (2008), o empreendedor deve ser considerado alguém capaz de criar um negócio a partir da identificação de oportunidades, somado ao fato de assumir os riscos ora calculados. Faz-se saber que alguns aspectos são fundamentais para este papel, como ter iniciativa na formação do

negócio ou ideia, criatividade na execução dos recursos e submissão aos riscos existentes em todo negócio.

Para Baggio e Baggio (2014), empreendedorismo é a habilidade de criar e constituir algo a partir de muito pouco ou de quase nada. Já para Schumpeter (1988), é um processo de “destruição criativa”, por meio da quais produtos ou métodos de produção existentes são destruídos e substituídos por novos (OLIVEIRA, 2014)

O empreendedorismo e a criação de novas empresas revelam-se cruciais para desenvolvimento econômico e a competitividade dos países (AGHION et al., 2009; BANCO MUNDIAL, 2010; KLAPPER, LAEVEN, RAJAN, 2006; STERNBERG, WENNEKERS, 2005). Neste contexto, o impacto do empreendedorismo no cenário econômico de um país tem sido objeto de estudo há logo tempo (BAPTISTA, ESCARIA, MADRUGA, 2008; BARSEGHYAN, 2008; DJANKOV, MCLIESH, 2006; HAUSE, RIETZ, 1984; KLAPPER, LAEVEN, RAJAN, 2006).

Segundo Hisrich e Peter (2004, p.33), “o papel do empreendedorismo no desenvolvimento econômico envolve mais do que apenas o aumento de produção e renda per capita; envolve iniciar e constituir mudanças na estrutura do negócio e da sociedade” Assim, para empreender, é necessário um comportamento pró-ativo, desejando “aprender a pensar e agir por conta própria, com criatividade, liderança e visão de futuro, para inovar e ocupar o seu espaço no mercado, transformando esse ato também em prazer e emoção” (DOLABELA, 1999, p. 12).

Os empreendedores são considerados indivíduos que criam uma empresa a partir da identificação e exploração de oportunidades de negócio num mercado específico, revelando-se cruciais as competências empreendedoras (KIRZNER, 1973; SARKAR, 2005; VENKATARAM, 1997).

Alguns autores definem tais competências como um conjunto de hábitos e habilidades, como: correr riscos, *know-how*, iniciativa, persistência e autonomia, que agregam valor econômico aos esforços de uma pessoa no trabalho (BALBI, EMMENDOERFER, LIMA, 2009; BULGACOV, VICENZY, 2013; CHOUHAN, SRIVASTAVA, 2014; GATIYATULLIN, NIGMATOV, 2014;

HOPP, STEPHAN, 2012; SCHMIDT, DREHER, 2008). Esses autores defendem, ainda, que o desenvolvimento de competências empreendedoras está intrínseco à influência da cultura empreendedora, tal como: família, educação e inserção social.

Evidências encontradas na literatura sugerem que o desenvolvimento de competências empreendedoras tende a favorecer o desenvolvimento das empresas, a partir do crescimento dos negócios, da criação de vantagens competitivas e da melhoria do seu desempenho (BITTENCOURT, 2005). No entanto, também revelam que as competências empreendedoras não são desenvolvidas de igual forma entre os indivíduos (LIZOTE; VERDINELLI, 2014).

A competência, seja advinda da personalidade, aprimorada pela aquisição de conhecimentos ou gerencial, é considerada a chave para o empreendedorismo e o desempenho nos negócios (GONÇALVES FILHO, GONÇALVES, VEIT, 2007; CAMARGO, MACIEL, 2010).

Para Fontenele (2010) e Sarfati (2013) o investimento em políticas públicas e o estágio de inovação de um país são fundamentais para o desenvolvimento das iniciativas empreendedoras.

Segundo Dornelas (2008), o crescimento do empreendedorismo no mundo se acelerou na década de 1990 e aumentou em proporção nos anos 2000, o que pode ser observado nas ações desenvolvidas relacionadas ao tema. Alguns exemplos são: programas de incubação de empresas e parques tecnológicos; desenvolvimento de currículos integrados que estimulem o empreendedorismo em todos os níveis, da educação fundamental à pós-secundária; programas e incentivos governamentais para promover a inovação e a transferência de tecnologia; subsídios governamentais para criação e desenvolvimento de novas empresas; criação de agências de suporte ao empreendedorismo e à geração de negócios; programas de desburocratização e acesso ao crédito para pequenas empresas; desenvolvimento de instrumentos para fortalecer o reconhecimento da propriedade intelectual, entre outros.

No cenário brasileiro, indica-se que os empreendedores se tornaram mais receosos com relação a se envolver na abertura de um novo negócio. Segundo dados do GEM (2017), observa-se uma redução na proporção daqueles que enxergam oportunidades no ambiente em que atuam comparando-se os anos de 2014 até 2016 (55% em 2014; 42,2% em 2015; 40,2% em 2016). Em outra perspectiva, há aqueles que afirmam não ter medo de fracassar na abertura de um novo negócio no Brasil (61% em 2014; 50,5% em 2015; 57,6% em 2016).

É fato que o cenário de crise no Brasil aumentou o número de desempregados e a taxa de mortalidade das empresas, mas para alguns esse foi o grande impulsionador para sair da posição de desempregado, onde aposta-se na recomposição orçamentária partindo para nova atividade econômica.

Algumas habilidades básicas dos empreendedores, tais como analisar, identificar e aproveitar oportunidades não são presentes em todos os empresários. Alguns, principalmente quando a natureza da abertura do empreendimento é apenas por necessidade, acabam focados em determinada atividade e deixam de lado as oportunidades de crescimento e inovação.

Em Farrel (1993, p. 166), afirma-se que "Empreendedores não nascem feitos, não são fabricados e nem são pequenos gênios. Eles acontecem em função das circunstâncias". Esse fato nos leva a dois tipos de empreendedorismo, aquele que é feito pela oportunidade e o que é feito a partir da necessidade, geralmente financeira ou para realização pessoal do novo empresário. Na mesma linha de pensamento, Dolabela (1999, p.69) afirma que: "Os empreendedores podem ser voluntários (que têm motivação para empreender) ou involuntários (que são forçados a empreender por motivos alheios à sua vontade, como é o caso de desempregados, imigrantes etc)".

Para analisar o cenário do Brasil em relação a outras nações, no que concerne ao empreendedorismo, utilizou-se os dados do relatório do *Global Entrepreneurship Monitor* (GEM, 2017). Este relatório utiliza dados de 64 países, os quais são divididos em três categorias, baseadas na combinação de indicadores sobre o tamanho do PIB, renda per capita e quota de exportação de produtos primários:

- Países impulsionados por fatores – são caracterizados pela predominância de atividades com forte dependência dos fatores trabalho e recursos naturais;

- Países impulsionados pela eficiência – são caracterizados pelo avanço da industrialização e ganhos em escala, com predominância de organizações intensivas em capital;

- Países impulsionados pela inovação – são caracterizados por empreendimentos intensivos em conhecimento e pela expansão e modernização do setor de serviços.

O GEM é composto por um consórcio internacional (*Babson College*, Estados Unidos; *London Business School*, Reino Unido; *Tecnológico de Monterrey*, México; *Universidad del Desarrollo*, Chile; *University Tun Abdul Razak*, Malásia) para coleta de dados, porém na metodologia utilizada, cada país gera o seu relatório através da concessão de direitos autorais realizada pelo consórcio. No Brasil, as instituições que elaboram o "GEM Brasil" são o Instituto Brasileiro da Qualidade e Produtividade (IBQP) e a Universidade Federal do Paraná com apoio do SEBRAE.

Um dos pontos que chama a atenção para o GEM é a metodologia utilizada e a falta de uma coordenação geral. Na metodologia, utilizam-se dados de apenas 64 países para representar o empreendedorismo no mundo, além de classificar estes países de como extrativistas, industrializados e inovadores. O Brasil, por exemplo, é classificado como país industrializado.

Os dados do GEM são repassados mediante a cessão de direitos autorais aos países interessados em publicá-los. A responsabilidade de geração dos relatórios é de cada país. Portanto, utilizaram-se os dados deste relatório nesta pesquisa apenas para apresentar estatísticas disponíveis de empreendedorismo no cenário mundial, não pelo da metodologia utilizada pelo GEM ser bem estruturada para fins de pesquisas acadêmicas.

Na Tabela 2.2, tem-se os dados do empreendedorismo no Brasil de acordo com o estágio de empreendimento, baseando-se no relatório do GEM de 2017. Pode-se inferir que a Taxa Total de Empreendedores (TTE) brasileiros apresentou valor de 36,0 % em 2016, número inferior à observada

em 2015 (39,3%). Já a Taxa de Empreendedorismo Inicial (TEA)¹, composta por empreendedores nascentes e novos, alcançou o valor de 19,6%, também inferior a 2015 (21,0%). Portanto, a cada 100 brasileiros, aproximadamente 20 estavam envolvidos com atividades empreendedoras em estágio inicial em 2016. A respeito da Taxa de Empreendedorismo Estabelecido (TEE)², o valor foi de 16,9%, resultado inferior à observada em 2015 (18,9%).

Tabela 2.2. Taxas e estimativas de empreendedorismo segundo o estágio dos empreendimentos - Brasil – 2016.

Estágio	Taxas %	Estimativas
Iniciais	19,6	26.191.876
Nascentes	6,2	8.350.471
Novos	14,0	18.793.132
Estabelecidos	16,9	22.674.916
Total de Empreendedores	36,0	48.239.058

Fonte: Elaborado pela autora, a partir de dados do GEM (2017).

De acordo com a classificação do GEM (2017), o Brasil integra o grupo de países impulsionados pela eficiência, que são países considerados industrializados. De acordo com o Gráfico 2.4, o qual representa a taxa de empreendedores estabelecidos (TEE)³ impulsionados pela eficiência de diversos países, o Brasil encontra-se em 3º lugar (16,95%), entre as 32 nações com economias impulsionadas pela eficiência. Deve-se apontar, segundo dados do GEM, para o fato do Brasil ter caído uma colocação ao confrontar com 2015 (18,9%). Ao analisar-se toda a amostra, isto é, as 64 nações que compõem a pesquisa GEM, não considerando a divisão país/categoria, o Brasil

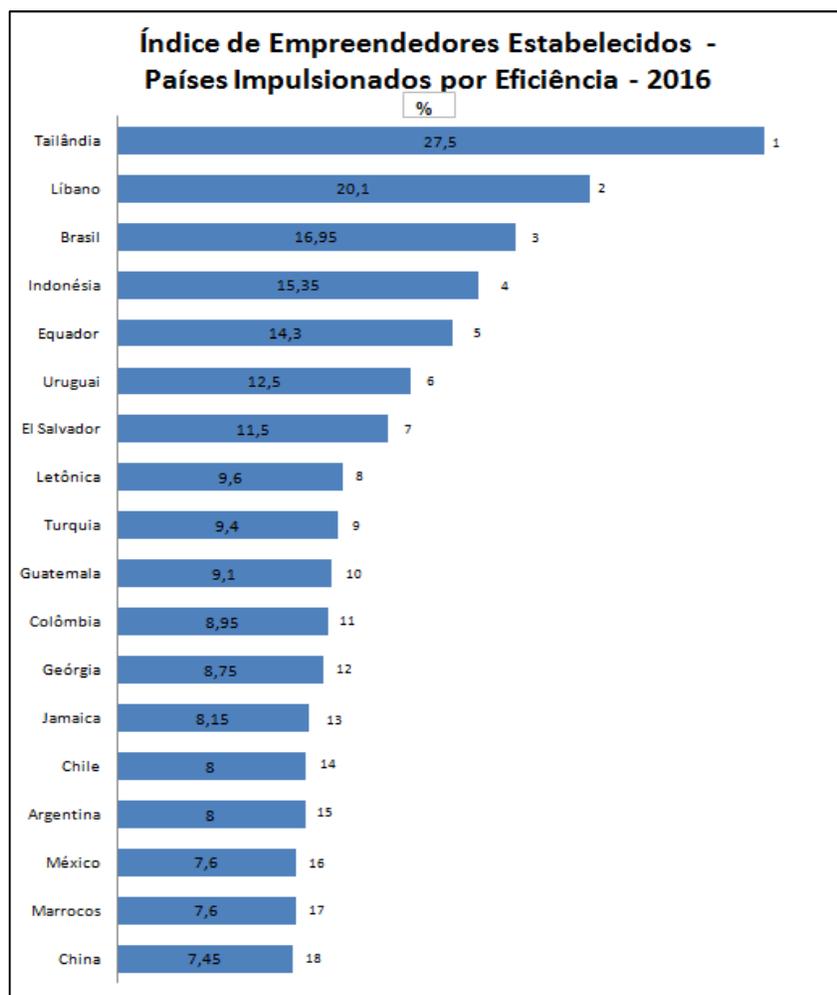
¹ Taxa de Empreendedorismo Inicial (TEA) é composta por empreendimentos nascentes e novos. Os empreendimentos nascentes não tiveram a retirada de pró-labore, ou qualquer outra forma de remuneração por mais de 3 meses. Já os empreendimentos novos estão inseridos na faixa de 3 a 42 meses com relação ao tempo de retirado de pró-labore ou demais rendimentos.

² Taxa de Empreendedorismo Estabelecido (TEE) é composta por negócios capazes de gratificar-se monetariamente por mais de 42 meses (3,5 anos).

³ Taxa de Empreendedorismo Estabelecido (TEE), definida pela metodologia do *Global Entrepreneurship Monitor* como sendo os proprietários que administram um negócio capaz de gratificar-se monetariamente por mais de 42 meses (3,5 anos).

fica posicionado em 4º lugar, com relação a TEE, apresentando um declínio se comparado a 2015. Uma das possíveis causas para tal queda pode ser atribuída à crise econômica vivida pelo país no último ano.

Gráfico 2.4. Índice de Empreendedores Estabelecidos - Países Impulsionados por Eficiência em 2017.



Fonte: Elaborado pela autora, a partir do relatório do Global Entrepreneurship Monitor (2017).

2.4. Resumo do Capítulo

Neste capítulo abordou-se os critérios de classificação das MPE, a inovação, comparando-se o Brasil com outras nações e o tema do empreendedorismo, discorrendo-se sobre as competências empreendedoras e a posição de países empreendedores.

Quanto à classificação das MPE, não há um critério que seja um consenso, e vai depender do tipo de aplicação que se deseja utilizar. As vantagens e os inconvenientes da adoção de cada um desses critérios mostram a importância de se buscar uniformizar uma definição para as MPE, principalmente no tocante aos programas de fomento.

No tocante à inovação, discorreremos sobre o relatório da instituição *Global Index Innovation*, no qual aponta a classificação do Brasil na 69ª posição de inovação no ano de 2018. Neste relatório, observa-se que os países mais ricos ocupam as primeiras colocações no *ranking*. Outro ponto a ser observado é o crescimento da China, que em 2017 chegou ao 22º lugar, acompanhada da ascensão de países asiáticos, como Cingapura, República da Coreia, Japão, além da Índia. Na América do Sul, o Brasil apresenta um desempenho pior que o Chile, Colômbia e Uruguai, segundo dados mostrado no Gráfico 2.2.

Em relação ao empreendedorismo, abordaram-se os conceitos sobre o tema, as habilidades empreendedoras apontadas por pesquisadores e a posição no Brasil como país empreendedor, de acordo com o relatório do GEM de 2017. Verifica-se, que o Brasil está na 3ª posição na categoria de país industrializado (GEM, 2017), numa amostra de 64 países.

Os resultados apresentados pelo GEM foram utilizados pelo fato de apresentar dados estatísticos sobre empreendedorismo no mundo, uma vez que a metodologia utilizada pela instituição não se apresenta bem representada para fins de pesquisas acadêmicas.

3. REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo são apresentadas definições sobre inovação, além dos principais modelos de mensuração, começando pelo critério proposto por Schumpeter (1984), chegando às modificações sugeridas por Bachmann (2008), com base nos estudos de Sawhney, Wolcott, Arroniz (2006).

3.1. Inovação

O termo inovação tem várias abordagens, dependendo da aplicação e perspectiva de interesse. No entanto, a maioria das definições apresenta um viés da tecnologia com foco em pesquisa e desenvolvimento (P&D), enfatizando um novo produto ou processo. Atualmente, esta é considerada uma abordagem limitada de inovação.

Simantob e Lippi (2003) afirmam que a inovação é uma iniciativa, modesta ou revolucionária, que surge como uma novidade para a organização e para o mercado e que, aplicada na prática, traz resultados econômicos para a empresa – sejam eles ligados à tecnologia, gestão, processos ou modelo de negócio. Acrescentam dizendo que o cerne da inovação está no consumidor – é preciso atender às suas necessidades para efetivamente criar valor.

Uma forma de gerar inovação nas empresas é através do modelo proposto por Schumpeter (1984), abordando dimensões para a inovação. Segundo este autor, a inovação pode surgir sob a dimensão de um novo produto, novo processo, pela procura de novos mercados, desenvolvimento de novas fontes de matérias-primas ou novas estruturas de mercado. Este modelo aborda a inovação através de dimensões que são formas ou modos de inovar.

Tushman e Nadler (1986) definem inovação como a criação de qualquer produto, serviço e processo que são inusitados a uma unidade de negócio. Nesse conceito, a inovação traz a perspectiva de processo, envolvendo o ato de criar maneiras diferentes de desenvolver produtos novos ou melhorar a eficiência do processo.

Na perspectiva de inovar também através de serviços no mercado, Hauser, Tellis, Griffin (2006), além de Han, Kim, Srivastava (1998) definem

inovação como sendo o processo de trazer produtos e serviços novos para comercializar.

Garcia e Calantone (2002), assim como McDermott e O'Conner (2002) apresentam a inovação como sendo uma ou várias novas tecnologias ou suas combinações que oferecem benefícios. Essa visão enfatiza o papel da inovação como uma ação de colocar no mercado um novo produto através da transferência de tecnologia, estando a inovação baseada em resultados de P&D.

A inovação é vista como uma ação capaz de gerar valor à organização através de uma nova abordagem, podendo ocorrer em um produto, um processo, na organização e no *marketing*. Neste cenário, é possível inovar em comercialização dos produtos, desenvolvimento de canais de distribuição, criação de novos produtos ou processos, desenvolvimento de novas ações de *marketing* e outras ações que possibilitem a empresa inovar de forma sistêmica.

A inovação vista como um processo linear está associada à ideia de uma inovação tecnológica. No seu conceito mais abrangente, a inovação é um processo não linear, envolvendo diferentes atores e múltiplas ações. Neste contexto, a inovação apresenta dois grandes desafios: a gestão e a mensuração.

Os dados apresentados no relatório “Desenvolvimento Tecnológico e Inovação nas Microempresas e Pequenas Empresas: Fatores de Influência”, elaborado pelo Fórum Permanente das Microempresas e Empresas de Pequeno Porte (2007), indicam fatores que dificultam o desenvolvimento tecnológico e a inovação nas MPE. A pesquisa destaca alguns fatores que contribuem para este cenário: baixo nível de investimento em P&D adequado à realidade das MPE, pouca tradição em investir em desenvolvimento tecnológico, reduzido conhecimento técnico da parte das MPE, dependência de fornecedores dos principais insumos tecnológicos inovadores, alto custo para a aquisição das inovações, dificuldade para acessar linhas de crédito para adquirir equipamentos; a pouca aproximação dos centros de tecnologias; carência de infraestrutura física e de pessoal adequados, entre outras.

Para Andreassi (2003), as pequenas empresas, com exceção das empresas de base tecnológica, têm a sua atividade de inovação ligada à linha de produção, em atividades relacionadas com a adaptação de tecnologias adquiridas do exterior da firma ou em pequenas melhorias implementadas pela área de engenharia industrial. Andreassi e Sbragia (2002), em sua pesquisa sobre os fatores que geram inovação nas pequenas, médias e grandes empresas, concluíram que o número de funcionários alocados à área de P&D é o grande diferencial para as empresas consideradas inovadoras. E neste cenário, as grandes empresas levam vantagem, pois possuem uma infraestrutura propícia e recursos para investir em P&D.

Entretanto, Bachmann e Destefani (2008) argumentam que os indicadores tradicionalmente utilizados para medir inovação nas organizações, tais como investimento em P&D e número de patentes, não são adequados para serem utilizados nas MPE. Segundo os autores, os principais motivos para a falta de conformidade desses indicadores na realidade das MPE são: os gastos em P&D, como regra, não são apropriados adequadamente; muitas inovações não são fruto direto de P&D, mas trazidas por fornecedores, copiadas de concorrentes ou resultantes de *insights* eventuais dos empreendedores ou seus colaboradores; e por fim, dado ao custo e ao baixo reconhecimento de sua importância, raramente, as inovações são objeto de patenteamento.

Campos e Campos (2013) apontam, no seu estudo de casos múltiplos realizado com pequenas empresas, que a inovação não é privilégio das grandes organizações e que elas podem fomentar inovações incrementais com poder de ampliar seus mercados. Destacam, no entanto, que a falta de processo definidos na gestão desses resultados faz com que esses indicadores não sejam potencializados. Estes autores corroboram com o modelo proposto por Schumpeter (1984), abordando dimensões para a inovação. Segundo este autor, a inovação pode surgir sob a dimensão de um novo produto, novo processo, pela procura de novos mercados, desenvolvimento de novas fontes de matérias primas ou novas estruturas de mercado.

Neste contexto, esta pesquisa assume, tal como Reichert, Camboim, Zawislak (2015), que a inovação é uma novidade, cuja aplicação proporciona resultados organizacionais positivos, que elevam as organizações a posições

superiores em relação aos seus pares, levando as empresas a obter vantagem competitiva.

Na próxima seção abordaremos os conceitos de vantagem competitiva, além das pesquisas que associam vantagem competitiva à inovação.

3.2. Vantagem Competitiva através da Inovação

Segundo Martín e López (2007, p.267), entende-se por vantagem competitiva como qualquer característica da empresa que a diferencia das demais, colocando-a numa posição relativa de superioridade para competir.

Na concepção de Akis (2015), a qualidade e os custos de produção eram determinantes do poder de competitividade, porém nos dias atuais, estes fatores foram substituídos gradativamente pela inovação.

Tidd, Bessant e Pavitt (2008, p.30) associam a vantagem competitiva a capacidade de a empresa inovar. Segundo esses autores, sejam quais forem as condições tecnológicas, sociais ou mercadológicas envolvidas, a chave para se criar e manter vantagem competitiva tende a pertencer àquelas organizações que inovam continuamente. Ainda, segundo esses autores, as organizações de grande porte estão aptas a desenvolverem inovações em larga escala, enquanto as MPE geralmente adotam estratégias de inovação por meio da aquisição de tecnologia. Neste contexto, empresas de diferentes portes buscam formas distintas para inovar.

Para Vargas, Estrada e Gómez (2016, p.49) “a inovação é um fator determinante para o desempenho da empresa, por conseguinte, é essencial para uma empresa repensar as suas estratégias para dar maior importância às estratégias de inovação, que permitirá alcançar vantagens competitivas e desempenho superior.” Nesse sentido, as empresas podem adotar estratégias de inovação no seu planejamento estratégico, colocando as mesmas em um patamar superior frente aos seus concorrentes.

Titu, Raulea e Titu (2015) defendem que o sucesso das organizações depende da sua capacidade de se adaptar as rápidas alterações do ambiente. Assim, a inovação deve fazer parte da cultura da empresa, de forma que seja

empreendida no longo prazo por meio do desenvolvimento de um espírito inovador.

Na perspectiva de Alsaaty (2011), a estratégia da inovação para as pequenas empresas, em função da limitação de recursos e da sua necessidade de atingir o crescimento, é o mercado, ou seja, os clientes são o foco da empresa para as suas atividades inovadoras. Corroborando com esta abordagem, Zehir, Köle e Yildiz (2015) e Vargas, Estrada e Gómez. (2016) concluem em suas pesquisas que as MPE conseguem obter vantagens competitivas através da melhoria da capacidade de inovação orientada para o mercado. Na mesma direção dos autores anteriores, Ceretta, Reis e Rocha (2016) defendem que a ampliação mercadológica gera vantagens competitivas à organização.

Nesse sentido, o projeto ALI (SEBRAE, 2015) traz uma metodologia que tem o potencial de contribuir para o alcance de vantagem competitiva, uma vez que são realizados diagnósticos, apontando os pontos fortes e fracos das MPE, propondo ações de melhoria para as dimensões que a empresa precisa aprimorar ou desenvolver para inovar.

3.3. Como Mensurar a Inovação

As pequenas e médias empresas estão mais vulneráveis às mudanças provocadas pelas crises econômicas e políticas, além de sofrerem com concorrência de novos entrantes.

Na maioria das pequenas empresas, os gestores são os proprietários e dividem o seu tempo entre as funções de gestor e empreendedor. Quando o gestor atua, o empreendedor fica adormecido, e vice-versa. O desafio das pequenas empresas se baseia na dificuldade de redirecionar esforços para inovar, esforços esses que as empresas costumam utilizar apenas para se manter no mercado, relegando à inovação.

Independente do porte de uma empresa, a necessidade de inovar aparece através de novos processos organizacionais, técnicas que incorporam ao ambiente empresarial novas tecnologias, novas ferramentas, novas formas de comercialização, novos modelos de gestão.

A área de inovação possui alguns desafios, entre eles estão a mensuração e a administração, uma vez que este é um processo não linear, podendo ser analisado de diferentes perspectivas. Neste contexto, podemos ter uma inovação incremental de um produto que impacte em abertura de novos mercados, ou uma inovação na gestão que modifique a forma de relacionamento com fornecedores e clientes.

Conforme destacado em Gamal et. al (2011), há duas grandes vertentes para a mensuração da inovação. A primeira é baseada nos investimentos em projetos de P&D, os quais têm como resultados esperados patentes. Esta abordagem delimita o número de empresas que podem gerar inovação, uma vez que as pequenas e médias não possuem um departamento de P&D, nem recursos humanos qualificados para atuar na área. A segunda vertente traz uma abordagem macro da inovação através de indicadores de gestão e econômicos. É o caso do Manual de Oslo (2005), da Pesquisa de Inovação da Comunidade Europeia (CIS-4), do Radar da Inovação de Sawhney, Wolcott, Arroniz (2006) e da Pesquisa Nacional de Inovação Tecnológica (PINTEC) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2007), os quais serão descritos a seguir.

3.4. Modelos de Mensuração da Inovação

Nesta seção abordar-se-á os principais modelos de mensuração da inovação. A maioria desses modelos utiliza “dimensões” ou formas de inovar para mensurar a inovação nas empresas, mas apresentam diferentes perspectivas de como este processo pode ocorrer.

3.4.1. Manual de Oslo

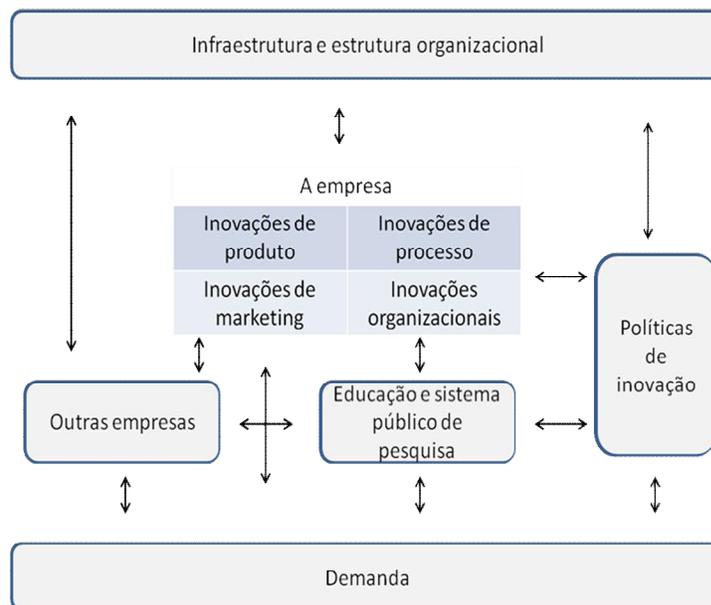
O Manual de Oslo provê diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação. Elaborado pela Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE) e pela *Statistical Office of the European Community (Eurostat)*, este manual foi redigido por especialistas de cerca de 30 países que coletam e analisam dados sobre inovação. Esses dados dão origem à indicadores que permitem a comparação da inovação entre países membros da OCDE.

A terceira edição o Manual de Oslo (2005) traz uma ampliação conceitual significativa para a definição de inovação em relação às edições anteriores, e passa a incorporar, além das tradicionais dimensões de produtos e processos, as inovações organizacionais e de *marketing*.

A estrutura utilizada no Manual (Figura 3.1) representa uma integração de visões de várias teorias da inovação baseadas na empresa com as abordagens que assumem a inovação como um sistema. As principais características dessa estrutura são:

- A inovação na empresa;
- As interações com outras empresas e instituições de pesquisa;
- A estrutura institucional nas quais as empresas operam;
- O papel da demanda.

Figura 3.1. A estrutura de mensuração da inovação



Fonte: Adaptado do Manual de Oslo, 2005.

3.4.2. O Modelo de Berreyre

Segundo Garcia (2008), Berreyre desenvolveu em 1975 um modelo para a inovação baseado em 04 (quatro) grandes categorias de inovação: domínio tecnológico, domínio comercial, domínio organizacional e domínio institucional.

No domínio tecnológico as inovações são aquelas relacionadas a novos produtos e processos, além do uso de novas fontes matérias-primas, a produtos tradicionais substancialmente modificados e a novas fontes de suprimentos auxiliares. Este domínio também considera as inovações em serviços.

As inovações comerciais estão relacionadas aos canais de distribuição, prospecção de novos mercados, ao design do produto ou embalagem. Tem o objetivo de atingir novos mercados ou expandir o mercado existente.

No campo organizacional, as inovações são voltadas para as mudanças na forma organização, gestão e procedimentos da empresa. Inovações deste campo seriam aquelas relacionadas com a formação e desenvolvimento da equipe de recursos humanos, de novos procedimentos administrativos, de mudanças estratégicas, entre outras.

As inovações institucionais estão vinculadas ao domínio organizacional, mas resultam em ações externas que afetam o dia a dia da empresa. Estas inovações estão relacionadas a sistemas de gestão de pessoas, compromissos sociais e ambientais.

Os domínios do modelo de Berreyre possuem definições específicas para cada domínio, mas as inovações podem ocorrer em um domínio e ter impacto em outra área da empresa. Dessa forma, a aquisição de uma nova matéria-prima ou a troca de fornecedor pode impactar no meio ambiente.

Segundo Gomez (2005), este modelo está voltado para o perfil de micro e pequenas empresas, porém não há ressalva do autor sobre a impossibilidade do modelo ser utilizado em empresas de porte maior.

3.4.3. A Pesquisa PINTEC

No Brasil, o instrumento de avaliação da inovação foi introduzido pelo Instituto Brasileiro de Economia e Estatística – IBGE e pela Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP para pesquisar as empresas industriais e as de serviços de alta tecnologia, ou seja, empresas de telecomunicações, de atividades de informática e serviços relacionados, e de pesquisa e desenvolvimento, seguindo as recomendações internacionais, e é denominada Pesquisa PINTEC.

A pesquisa PINTEC baseia-se no Manual de Oslo e está em concordância com o modelo proposto pela *EUROSTAT*. Esta abordagem garante dois aspectos no resultado: a) a qualidade da informação e a compatibilidade com os resultados de pesquisas internacionais; b) habilita o entendimento de procedimentos que geram, difundem e incorporam inovações tecnológicas através da capacidade produtiva (IBGE, 2013).

A pesquisa do IBGE concentra-se na inovação de produtos e de processo, mas, seguindo o atual modelo do Manual de Oslo, também colhe informações a respeito de inovações de organização e de *marketing*. A coleta dados é de ordem qualitativa, como a existência de inovações de produto ou processo implementadas em determinado período, e de ordem quantitativa, como valor dos gastos despendidos em outras atividades de inovação, pessoal ocupado em P&D, impacto da inovação do produto sobre as vendas e as exportações, etc. Pesquisas de inovação como a PINTEC permitem o levantamento do “estado da arte” da inovação nas empresas em nível nacional, regional e local, identificando problemas e obstáculos apontados por essas firmas, como a existência de custos elevados de inovação, riscos econômicos excessivos, escassez de fontes de financiamento e falta de pessoal qualificado (PINTEC, 2010, p.55).

A PINTEC é uma pesquisa que traz na sua concepção uma referência conceitual importante, na medida em que, para dar consistência a seus dados, informa ao participante da pesquisa uma série de conceitos, possibilitando ao mesmo um melhor entendimento das questões formuladas.

3.4.4. O Radar de Inovação

Sawhney, Wolcott, Arroniz (2006) propõem uma ferramenta denominada Radar de Inovação que relaciona as dimensões pelas quais uma empresa pode procurar caminhos para inovar. Esta ferramenta reúne 12 dimensões: ofertas criadas, clientes atendidos, processos empregados, praça, plataforma, marca, soluções, relacionamento, agregação de valor, organização, cadeia de fornecimento e redes. Bachmann e Destefani (2008) acrescentam às 12 dimensões anteriores o conceito de ambiente propício à inovação ou ambiência inovadora. Tal dimensão está relacionada ao aporte de recursos humanos envolvidos com inovação na empresa. Na Tabela 3.1, mostram-se as dimensões de inovação segundo Swahney et al. (2006), em conjunto com a abordagem de Bachmann e Destefani (2008).

Assim, utilizando a ferramenta do Radar de Inovação é possível, para cada empresa, obter um perfil exclusivo de inovação que, por vezes, pode representar uma característica de um determinado setor de atuação na economia. A partir da obtenção desse resultado, é traçado um perfil inovador e de gestão das empresas de um determinado setor.

Ketokivi e Ali-Ypkko (2010) reafirmam a discussão do potencial da aplicação do Radar da Inovação de Sawhney, Wolcott, Arroniz (2006) como uma ferramenta eficaz para avaliação, não só a inovação tecnológica como também de processos e serviços. Estes autores mostram que independe da origem da inovação, quer seja no lançamento de um novo produto ou uma nova estratégia de venda, ou outra ação, haverá um incremento em algumas das 12 (doze) dimensões, podendo ocorrer em todas. Entretanto a propagação do impacto entre as dimensões do radar de inovação são percebidas de forma distinta por cada empresa diagnosticada, principalmente entre empresas de diferentes setores da economia.

O Projeto ALI (SEBRAE, 2015) utiliza uma abordagem qualitativa para a avaliação da maturidade da empresa. As questões referentes ao questionário do diagnóstico do grau de inovação são delimitadas em três opções para definir o perfil da empresa: nível 1 – empresa nada ou pouco inovadora; nível 3 – empresa inovadora ocasional; nível 5 – empresa inovadora sistêmica. Esta

escala também atende a recomendação do Manual de Oslo, que estabelece que os pontos de vista das empresas sejam registrados, ou em bases binárias (importante/não importante), ou com uma estreita faixa de respostas possíveis (muito importante até irrelevante).

Tabela 3.1. Definições das dimensões da inovação

Dimensão	Definição
Oferta	Desenvolvimento de produtos com características inovadoras.
Processos	Redesenho dos processos produtivos de modo a permitir incremento de eficiência operacional.
Clientes	Identificar necessidades dos clientes, ou novos nichos de mercado.
Praça	Identificar novas formas de comercialização e/ou distribuição.
Plataforma	Relaciona-se com a adaptabilidade do sistema de produção face à diversidade de produtos demandados.
Marca	Formas de como as empresas transmitem aos clientes os seus valores.
Soluções	Sistemas ou mecanismos para simplificar as dificuldades do cliente.
Relacionamento	Relaciona-se com a experiência do cliente com a empresa.
Agregação de Valor	Melhorar a forma de captar o valor dos produtos percebido por cliente e fornecedores.
Organização	Melhorar a estrutura da empresa.
Cadeia de Fornecimento	Incrementar a logística com os fornecedores e clientes, seja interno ou externo.
Rede	Comunicação entre os elos da cadeia de fornecimento.
Ambiência Inovadora	Relaciona-se com os profissionais que compõem a empresa e que colaboram com a cultura da inovação.

Fonte: Adaptado de Sawhney, Wolcott, Arroniz (2006 e 2010) e Bachmann et. al. (2008)

Na metodologia do projeto ALI, para cada dimensão do radar da inovação foi atribuído no mínimo uma questão e no máximo três. Onde para descobrir o grau de inovação em cada dimensão foi utilizada uma simples equação: Grau de Inovação na dimensão (GId) = Pontuação na dimensão / Número de Questões. A partir desta equação obtém-se a pontuação do grau de inovação

na respectiva dimensão. Determina-se o grau de inovação da empresa através do somatório das dimensões dividido pelo número de dimensões, como descrito a seguir: Grau de Inovação na empresa (GI) = *Pontuação total* / 13.

O modelo proposto por Sawhney, Wolcott, Arroniz (2006) possibilita uma mensuração mais abrangente da inovação organizacional. Uma vez que o Radar de Inovação apresenta essa visão mais ampliada de inovação, o Programa ALI do Sebrae passou a adotá-lo na avaliação do grau de inovação das empresas de pequeno porte.

3.5. Resumo do Capítulo

Neste capítulo abordaram-se os principais conceitos sobre inovação, trazendo a teoria de Schumpeter (1984), o qual associa a inovação a dimensões, quer pela lançamento de um novo produto, novo processo, pela procura de novos mercados, desenvolvimento de novas fontes de matérias-primas ou novas estruturas de mercado. Para autores como Andreassi e Sbragia (2002), o número de funcionários alocados à área de P&D é o grande diferencial para as empresas consideradas inovadoras. Em contrapartida, Bachmann e Destefani (2008) demonstram que os indicadores tradicionalmente utilizados para medir inovação nas organizações, tais como investimento em P&D e número de patentes, não são adequados para serem utilizados nas MPE. Discorreu-se, também, sobre a teoria de se obter vantagem competitiva através da inovação, sendo nos dias atuais uma exigência para as empresas se manterem no mercado.

Na sequência, apresentaram-se os modelos de mensuração da inovação, passando pelo Manual de Oslo, pelo Modelo de Berreyre, pela Pesquisa Pintec até o Radar de Inovação. Este último possibilita obter uma visão macro da inovação das empresas, sendo utilizado na metodologia do Projeto ALI.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Dos modelos de mensuração da inovação vistos no capítulo 3, o Manual de Oslo define diretrizes para coleta e interpretação de dados da inovação, e o Modelo de Berreyre não é utilizado por projetos que divulguem a base de dados. Já a Pesquisa Pintec e o Projeto ALI, que utiliza o Radar de Inovação, apresentam base de dados para análise.

A Pesquisa PINTEC tem como público-alvo a indústria e foco na inovação tecnológica, como é o caso de investimento em P&D, aquisição de direito para exploração de patente, aquisição de *software* para lançamento de um novo produto ou melhoria de tecnologia ou processo. Os dados da pesquisa, que são coletados a cada triênio, estão disponíveis no site do IBGE (PINTEC 2000 - triênio 1999-2000; PINTEC 2003 – triênio 2001-2003; PINTEC 2005 - triênio 2003-2005; PINTEC 2008 - triênio 2006-2008).

O Radar de Inovação é um modelo que permite avaliar o grau de inovação das MPE através das dimensões inovadoras. Este modelo, proposto Sawhney, Wolcott, Arroniz (2006) e adaptado para a realidade das micro e pequenas empresas brasileiras por Bachmann (2008), avalia o grau de inovação dessas organizações.

Neste contexto, o SEBRAE, em parceria com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), desenvolveu o Programa Agentes Locais de Inovação (ALI), visando conscientizar e incentivar as micro e pequenas empresas a desenvolverem maneiras de inovar e melhorar a gestão. Neste programa empregam-se dois diagnósticos: um para inovação, a partir do qual se tem o Grau de Inovação e um de gestão, a partir do qual se obtém o Grau Organizacional.

Esta pesquisa propõe-se a desenvolver um modelo de predição de estados futuros das micro e pequenas empresas, baseando-se em dados de gestão e inovação. Assim, utilizou-se a base de dados mais recente do Programa ALI (SEBRAE, 2015), uma vez que esses dados atendiam ao nosso propósito de investigação.

Esta pesquisa é exploratória e quantitativa, e é composta de uma amostra formada por 60 empresas dos setores da indústria de alimentos, móveis e confecções do estado de Pernambuco, sendo obtida de modo não probabilístico por conveniência de adesão das empresas ao projeto.

Os agentes de inovação do projeto SEBRAE (2015) utilizam-se de dois tipos de formulários para avaliar a maturidade da empresa: um para diagnóstico de inovação, composto por 40 construtos agrupados em 13 dimensões, das quais 12 coincidem com as dimensões da inovação propostas por Sawhney, Wolcott, Arroniz (2006) e mais a dimensão ambiência inovadora proposta por Bachmann (2008), sintetizadas no Capítulo 3 (Tabela 3.1); e um para diagnóstico empresarial baseado no Modelo de Sistema de Gestão (MEG) da Fundação Nacional da Qualidade (2016), composto por oito dimensões sintetizadas na Tabela 4.1.

De acordo com o MEG, a organização pode ser considerada como um sistema orgânico, adaptável ao ambiente externo. Os vários elementos do modelo encontram-se imersos num ambiente de informação e conhecimento, e relacionam-se de forma harmônica e integrada, voltados para a geração de resultados.

Tabela 4.1. Dimensões do Radar de Organizacional e suas dimensões.

Dimensão	Definição
Liderança	Atuação dos líderes de forma aberta e ética, com disponibilização de informação e inspirando a cultura empreendedora.
Estratégias e Planos	Refere-se ao desenvolvimento de estratégias e planos e a sua implementação e avaliação.
Clientes	Entender as expectativas de clientes e suas demandas.
Sociedade	Relaciona-se com as novas demandas pela sociedade, exemplo sustentabilidade.
Informações e Conhecimentos	Relaciona-se a uma estrutura para o acesso de informação e compartilhamento de ideias.
Pessoas	Refere-se ao capital intelectual na empresa.
Processos	Relaciona-se a organização com a formulação e padronização de processos.
Resultados	Busca-se analisar e compreender os resultados alcançados.

Fonte: Adaptado do FNQ (2008).

Com os dados dos diagnósticos de inovação e empresarial, foram obtidos o Grau de Desenvolvimento Organizacional (GO) e o Grau de Inovação (GI) das empresas participantes da pesquisa.

Pela metodologia do Projeto ALI, os valores de GO e GI de cada empresa são calculados a partir da divisão dos valores das médias obtidas em cada dimensão pelo número total de dimensões. Sendo assim, há 8 (oito) dimensões para GO e 13 (treze) dimensões para GI. Desta forma, o grau de organizacional médio (\overline{GO}) e o grau de inovação médio (\overline{GI}) são obtidos a partir da divisão do somatório dos valores das médias de cada dimensão de todas as empresas que fazem parte da amostra pelo número total de dimensões.

A partir dos dados das 60 empresas, analisou-se a correlação linear de *Pearson* entre as variáveis GO versus GI dos três grupos de 20 empresas, com o objetivo de verificar a relação entre o grau de desenvolvimento organizacional e o grau de inovação.

O coeficiente de correlação linear de *Pearson* é uma estatística utilizada para medir a força, a intensidade ou o grau de relação linear entre duas variáveis aleatórias (BARBETTA, REIS, BORNIA, 2004; BUNCHAF, KELLNER, 2002; FERREIRA, 2009; KAZMIER, 2007; STEVENSON, 2001). É um índice adimensional com valores situados entre -1,0 e +1,0, normalmente representado numa amostra pela letra “r”. O cálculo de r é dado pela Equação 4.1. Quanto maior o valor de r (positivo ou negativo), mais forte a associação. No extremo, se $r = 1$ ou $r = -1$, então todos os pontos no gráfico de dispersão caem exatamente numa linha reta. No outro extremo, se $r = 0$ não existe nenhuma associação linear.

$$r = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X_i - \bar{X})^2 \cdot \sum (Y_i - \bar{Y})^2}} = \frac{n \sum X_i \cdot Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{\sqrt{[n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2][n \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2]}} \quad (\text{Equação 4.1})$$

Para analisar o nível de maturidade das empresas com relação à inovação, utilizou-se a escala da metodologia do Projeto ALI. Esta escala define as seguintes medidas: nível 1 – empresa nada ou pouco inovadora; nível 3 – empresa inovadora ocasional; nível 5 – empresa inovadora sistêmica.

Dado o objetivo principal da pesquisa, que é a predição de estados futuros de gestão e inovação das empresas, partindo-se de um estado atual, utilizou-se as Cadeias de *Markov*. Este é um tipo especial de processo estocástico onde as distribuições de probabilidade para os passos futuros do processo dependem somente do estado presente, desconsiderando como o processo chegou a tal estado.

As transições de estados baseadas em probabilidades são utilizadas para analisar fenômenos em diversas áreas do conhecimento. No caso em que a probabilidade de transição depende apenas do estado em que o fenômeno se encontra e do estado seguinte, o processo é chamado processo de *Markov*, e uma sequência de estados seguindo este processo é denominado Cadeias de *Markov*.

A teoria de Cadeias de *Markov* analisa a dinâmica de processos, possuindo vasta referência. Esta pesquisa utilizou os principais conceitos relativos a este tema, baseando-se nas referências das obras de Ross (2010), Sullivan (2006) e Taha (2008). No Apêndice I, descrevem-se as propriedades das Cadeias de *Markov* que foram utilizadas nesta pesquisa.

Os modelos para processos que se desenvolvem ao longo do tempo, de uma forma probabilística, são os chamados processos estocásticos. Um processo estocástico é definido como uma coleção de variáveis randômicas ($X_{(t)}$), indexadas por um parâmetro t pertencente a um conjunto T . Desta forma $X_{(t)}$ representa uma variável mensurável variando no tempo. Os valores que $X(t)$ pode assumir chamam-se de estados e o seu conjunto X classifica-se como espaço de estados (CLARKE, DISNEY, 1979).

As Cadeias de *Markov* são um tipo específico de processo estocástico, possuindo uma propriedade *markoviana* na qual a predição de eventos futuros depende apenas do estado atual do processo. Esta propriedade é definida pela equação a seguir:

$$P[X_n = x_n | X_0 = x_0, X_1 = x_1, \dots, X_{n-1} = x_{n-1}] = P[X_n = x_n | X_{n-1} = x_{n-1}] \quad (\text{Equação 4.2})$$

Atualmente, várias áreas de conhecimento utilizam-se das Cadeias de *Markov* para pesquisas, entre elas citam-se: modelo de processo de decisão

(NUÑEZ, 2004), modelo do crescimento populacional do rebanho bovino brasileiro (FREITAS et al., 2005), predição da chegada de pacientes numa unidade de cardiologia (ALBORNOZ et al., 2006), modelo econométrico (SILOS, 2006), modelo de controle de praga na lavoura (MARCOS, 2015), modelo epidêmico (ESTRADA, 2015; FIDALGA, 2016), análise da confiabilidade na área de perfuração de poços de petróleo (OLIVEIRA, 2016), entre outras.

Na área de pesquisas sobre empresas, no que tange ao uso de cadeias de *Markov*, inúmeros trabalhos utilizam as matrizes de transição, provenientes do fluxo produtivo de uma empresa, para determinar custos de produção, preços de venda e capacidade produtiva. Bortolotti et al. (2007) elaboraram uma gestão de custos para guardanapos de papel utilizando cadeias absorventes de Markov. As probabilidades de absorção advindas das matrizes de transição foram utilizadas para calcular o custo dos produtos. De forma similar, Branco e Coelho (2006) empregam cadeias de *Markov* para determinar os custos de produção do peixe fresco e o preço final de venda do filé congelado.

Fez-se uma pesquisa na base acadêmica da *Scopus* e selecionaram-se alguns artigos publicados nos anos de 2016 e 2017, em diferentes áreas do conhecimento, que continham no título ou *abstract* o nome *Markov* (Tabela 4.2). Na mesma base acadêmica, verificou-se a quantidade de artigos publicados que continham as palavras "*Markov Chain*" no título ou *abstract*. Os resultados estão mostrados no Gráfico 4.1.

Usam-se a teoria de cadeias de *Markov* também em patentes, conforme mostra o Gráfico 4.2. Utilizou-se na busca do site *Patent Inspiration* as palavras "*Markov Chain*" no título ou *abstract* das patentes concedidas no período de 2008 até 2017. Pode-se verificar que nos últimos 10 anos, em média, aproximadamente 927 patentes foram concedidas por ano utilizando a teoria de cadeias de *Markov*. Conclui-se que esta teoria também é utilizada com foco na inovação.

Verifica-se que a teoria de *Markov* é utilizada atualmente, tanto em pesquisas acadêmicas, como na geração de inovação através das patentes. Neste contexto, nesta pesquisa usar-se-á a teoria de Cadeias de *Markov* para

predição dos estados futuros nas áreas organizacionais e de inovação de empresas de pequeno porte.

Tabela 4.2. Artigos publicados na base acadêmica da *Scopus* com os nomes “*Markov Chain*”.

Título	Área	Ano de publicação	Objetivo
<i>A customer based supplier selection process that combines quality function deployment, the analytic network process and a Markov chain</i>	Pesquisa Operacional	2017	Método de seleção de fornecedores orientado para o cliente.
<i>A hybrid Markov-based model for human mobility prediction</i>	Telecomunicações	2017	Estudo do comportamento da mobilidade humana para redes de celulares.
<i>Contaminant transport at large Courant numbers using Markov Matrices</i>	Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica	2016	Predição de controle de contaminação através de gases e partículas em ambientes fechados.
<i>Estimation of Origin-Destination Matrices Based on Markov Chains</i>	Telecomunicações	2017	Estudo do transporte de dados em redes de telecomunicações.
<i>Optimization of hospital ward resources with patient relocation using Markov chain modeling</i>	Pesquisa Operacional	2017	Otimização do uso de leitos em um hospital.
<i>The future of branch cash holdings management is here: New Markov chains</i>	Pesquisa Operacional	2016	Modelo de gerenciamento da liquidez de um banco usando Cadeias de Markov.
<i>Urban ecological footprint prediction based on the Markov chain</i>	Produção Limpa	2016	Propõe uma nova estrutura para prever mudanças dinâmicas e estrutura intrínseca da emissão de carbono urbana com a cadeia de Markov

Fonte: Elaborado pela autora, a partir da base acadêmica da *Scopus* (2018).

Os estados da cadeia de *Markov* foram definidos observando o conjunto de dados e o que se pretende analisar, no caso desta pesquisa analisou-se os

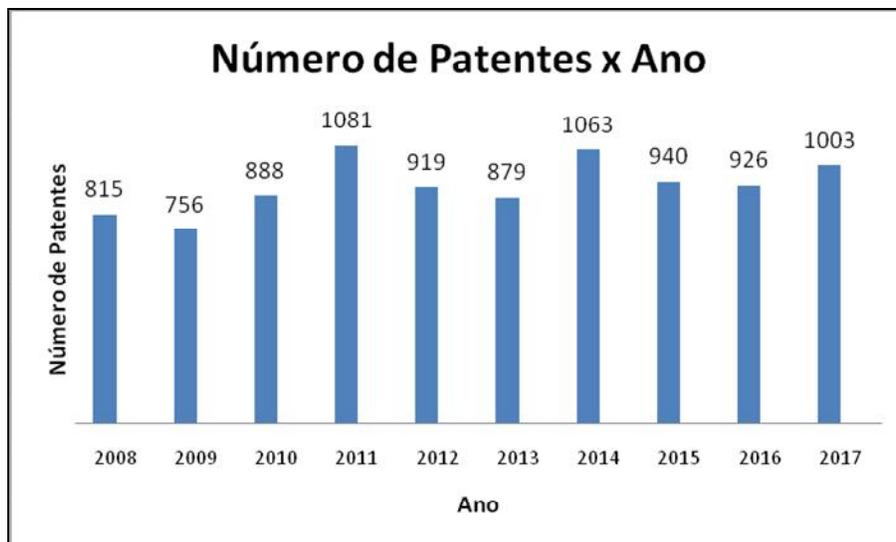
estados dos graus de inovação e gestão das empresas. Desta forma, dividiu-se os dados em 05 (cinco) estados de GI e em 05 (cinco) estados de GO, considerando o estado 1 (um) o mais elementar e o estado 5 (cinco) o mais elevado.

Gráfico 4.1. Número de artigos por ano de publicação contendo as palavras “Markov Chain” no título ou *abstract*.



Fonte: Elaborado pela autora, a partir de dados da base acadêmica da Scopus

Gráfico 4.2. Número de patentes por ano contendo as palavras “Markov Chain” no título ou abstract da patente.



Fonte: Elaborado pela autora, a partir de dados do site Patent Inspiration (2018).

A quantificação das transições para construção das matrizes de GI, GO e do par GOxGI para cadeia de *Markov*, realizou-se através da ocorrência das frequências relativas, estratégia que é mais adequada ao perfil dos dados utilizados. Assim, a probabilidade de transição p_{ij} resulta do cálculo do quociente entre o valor total das transições do estado i para o estado j e do total dessas transições que simplesmente começam em i , considerando todas essas transições que ocorrem em qualquer ciclo do conjunto de sequências.

Com o cálculo dos dados anteriores, montou-se a matriz de transição de um passo da cadeia de *Markov*. Dada esta matriz, calcularam-se os dados dos estados futuros das empresas de gestão e inovação para n passos e em longo prazo, de acordo com a teoria da Cadeia de *Markov* Ergódica.

5. RESULTADOS

Na análise dos dados das empresas pesquisadas, buscou-se realizar a descrição e predição de estados futuros dos graus de desenvolvimento organizacional (GO) e de inovação (GI) dos três grupos de 20 empresas dos setores da indústria de alimentos, móveis e confecções do estado de Pernambuco.

Utilizou-se os dados obtidos em três momentos temporais distintos, denominados *Ciclo 0*, *Ciclo 1* e *Ciclo 2* do Projeto ALI (SEBRAE, 2015). Em cada ciclo são realizados dois diagnósticos para cada empresa, gerando valores de GO e GI. Com essa análise são sugeridas melhorias nas dimensões que a empresa precisa avançar para se tornar mais competitiva. Após 03 (três) meses do primeiro diagnóstico, o agente de inovação volta a realizar um novo diagnóstico, e dependendo se as ações foram implantadas ou não, a empresa pode ter permanecido no mesmo estado, retroagido ou avançado nas áreas organizacional e de inovação. No total, realizaram-se 03 diagnósticos organizacionais e 03 de inovação por empresa.

Verifica-se pelo gráfico de dispersão no *Ciclo 0* (Figura 5.1) que há uma tendência representada por um grau de correlação entre GO e GI. Na Tabela 5.1, tem-se os dados de correlação entre GO e GI para os três setores analisados. Evidencia-se a existência de uma correlação linear positiva moderada entre as variáveis de cada setor, em decorrência dos diferentes graus de maturidade de cada empresa, mesmo àquelas que pertencem ao mesmo setor de atuação. Ao analisar-se a correlação de toda amostra, verifica-se uma correlação positiva forte de aproximadamente 0,60.

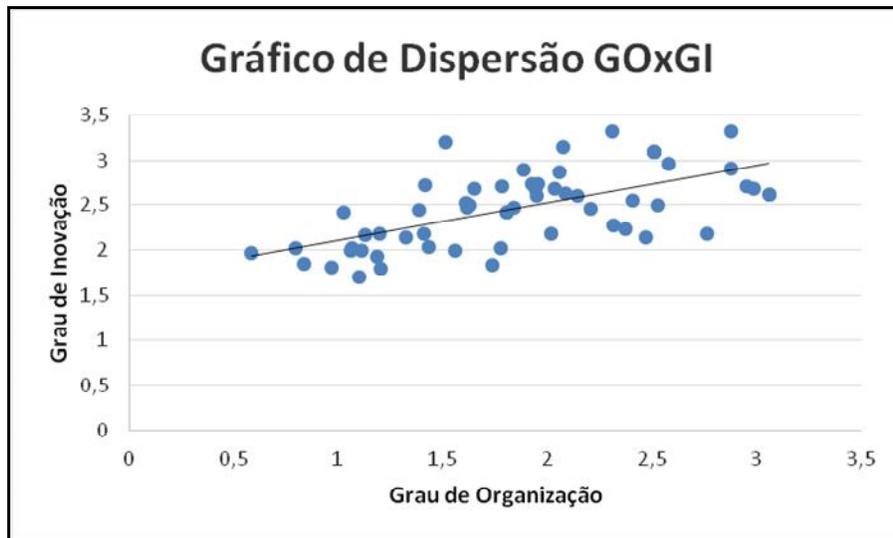
Tabela 5.1. Correlação entre as variáveis GI e GO.

Grupo	Correlação
Alimentos	0,5178351
Móveis	0,4010867
Confecções	0,5920313
Entre grupos	0,5981343

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

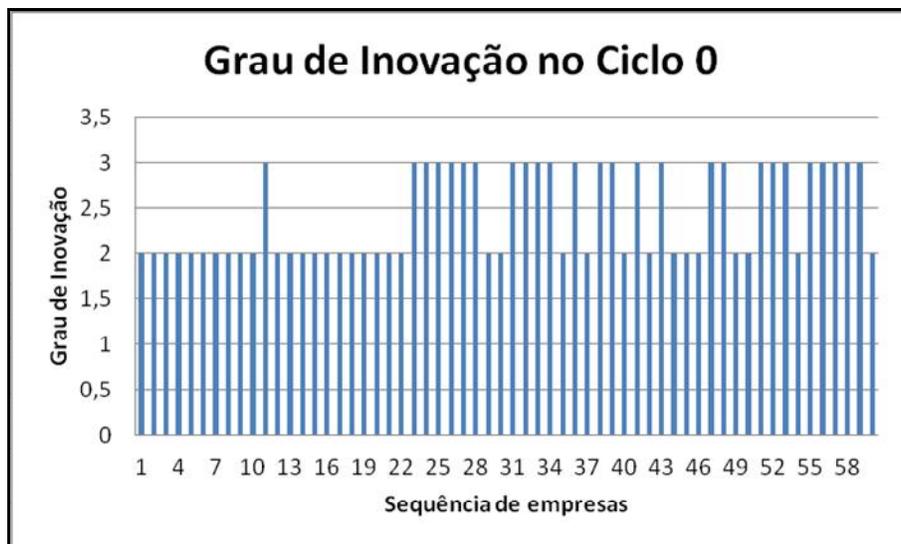
Conforme a escala utilizada no Projeto ALI (SEBRAE, 2015) para classificação das empresas quanto ao grau de inovação, verifica-se que as organizações analisadas apresentam-se, em sua maioria, entre os níveis 2 e 3 de GI, podendo as mesmas serem classificadas como pouco inovadoras ou inovadoras ocasionais (ver Figura 5.2).

Figura 5.1. Dispersão GO x GI



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Figura 5.2. Comportamento da série GI no Ciclo 0.



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Seguindo-se a mesma análise anterior, observa-se na Figura 5.3 que as empresas da amostra estão entre os níveis 1 e 3 do Grau de Organização, demonstrando-se que essas empresas precisam avançar na gestão, definindo e executando ações que a tornem mais competitivas.

Figura 5.3. Comportamento da série GO no Ciclo 0.



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Na Tabela 5.2, tem-se a quantidade de empresas agrupadas por níveis, considerando o par (GO, GI) por empresa nos *Ciclos 0, 1 e 2*. No agrupamento adotado nesta pesquisa, o par (GO₁, GI₁) representa o nível 1; o par (GO₁, GI₂) representa o nível 2; o par (GO₁, GI₃) representa o nível 3; o par (GO₁, GI₄) representa o nível 4 ; o par (GO₂, GI₁) representa o nível 5, e assim sucessivamente. Assim, quanto maior o nível, maior o grau de maturidade da empresa em análise.

Observa-se que no *Ciclo 0*, momento inicial do projeto em que as empresas não executaram nenhuma ação, 18,33% estão localizadas no nível 1 (GO₁, GI₁); 38,33% no nível 2 (GO₁, GI₂); 26,67% estão localizadas no nível 7 (GO₂, GI₂); 3,33% no nível 12 (GO₃, GI₂), demonstrando-se que a maioria das empresas apresenta níveis básicos de gestão e inovação.

No *Ciclo 1*, momento em que se avalia se a empresa realizou ações para melhorar os pontos fracos identificados no *Ciclo 0*, têm-se que 6,67% das empresas estão no nível 1 (GO₁, GI₁); 36,67 % no nível 2 (GO₁, GI₂); 23,33% estão localizadas no nível 7 (GO₂, GI₂); 21,67% no nível 8 (GO₂, GI₃); 1,67% no

nível 12 (GO₃, GI₂); 1,67% no nível 13 (GO₃, GI₃). Logo, verifica-se que algumas empresas que realizaram as ações apontadas pelo agente de inovação, migraram para níveis mais elevados de GO e GI. Por exemplo, no Ciclo 1 há um decréscimo na quantidade de empresas no nível 1 (de 18,33% para 6,67%), além de uma empresa ter migrado para o nível 13 (GO₃, GI₃).

Tabela 5.2. Quantidade de empresas por níveis nos Ciclos 0, 1 e 2.

<i>Ciclo 0</i>					
	GO ₁	GO ₂	GO ₃	GO ₄	GO ₅
GI ₁	11	0	0	0	0
GI ₂	23	16	2	0	0
GI ₃	1	7	0	0	0
GI ₄	0	0	0	0	0
GI ₅	0	0	0	0	0
<i>Ciclo 1</i>					
	GO ₁	GO ₂	GO ₃	GO ₄	GO ₅
GI ₁	4	0	0	0	0
GI ₂	22	14	1	0	0
GI ₃	5	13	1	0	0
GI ₄	0	0	0	0	0
GI ₅	0	0	0	0	0
<i>Ciclo 2</i>					
	GO ₁	GO ₂	GO ₃	GO ₄	GO ₅
GI ₁	1	0	0	0	0
GI ₂	13	18	1	0	0
GI ₃	1	19	5	0	0
GI ₄	0	0	2	0	0
GI ₅	0	0	0	0	0

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

Analisando-se o Ciclo 2, têm-se que 1,67% das empresas estão no nível 1 (GO₁, GI₁); 21,67 % no nível 2 (GO₁, GI₂); 30,0% estão localizadas no nível 7 (GO₂, GI₂); 31,67% no nível 8 (GO₂, GI₃); 1,67% no nível 12 (GO₃, GI₂); 8,33% no nível 13 (GO₃, GI₃); 3,33% no nível 14 (GO₃, GI₄). Verifica-se que no Ciclo 2 as empresas migram para níveis mais elevados, assim como ocorreu no Ciclo

1. Tem-se em relação ao nível 14 (GO_3 , GI_4), antes sem dados, passa a ser representado por duas empresas. Conclui-se que as ações realizadas pelo projeto ALI ajudam as empresas a melhorarem a gestão e a inovação.

As empresas que são caracterizadas por serem inovadoras ocasionais podem representar uma empresa em fase de transição, podendo migrar para o nível de empresas que não inovam ou para o nível de empresas inovadoras sistêmicas. Analisar-se-á estas transições, posteriormente, através das Cadeias de *Markov*, conforme propriedades descritas no Apêndice I.

Nas Figuras 5.4, 5.5 e 5.6, mostram-se a quantidade de empresas alocadas por níveis, de acordo com os dados levantados na Tabela 5.2. Considerando 25 níveis da tabela para cada *Ciclo*, observa-se que nos dados analisados não há empresas inovadoras sistêmicas (GI_5). Este resultado pode ser comparado, dada as devidas proporções e restrições da amostra da pesquisa, com o resultado do GII (2017), no qual aponta o Brasil como um país não inovador.

Comparando-se as três figuras com relação a *GO*, observa-se, por exemplo, que no em GO_3 no *Ciclo 0*, tem-se 2 empresas; ao analisar o *Ciclo 2* tem-se 8 empresas, caracterizando-se um avanço da gestão de 6 empresas. Estas transições ocorrem devido às implantações de melhorias para corrigir os pontos vulneráveis das dimensões ligadas à gestão das empresas, que são identificadas durante o diagnóstico do agente de inovação.

Ainda avaliando-se as Figuras 5.4, 5.5 e 5.6, observa-se que ocorrem avanços na inovação do *Ciclo 0* para o *Ciclo 2*, havendo transições das empresas para níveis mais elevados. Da mesma forma que ocorreu com o Grau de Organização, os empresários executaram ações para a implantação de melhorias nas empresas no que concerne às dimensões de inovação. Verificar-se, por exemplo, que no *Ciclo 0* tem-se 11 empresas na colocação GI_1 e 41 empresas em GI_2 . Ao analisar-se o *Ciclo 2*, observa-se uma migração dessas empresas para outros patamares de *GI*, ficando $G1_1$ com 1 empresa e $G1_2$ com 32 empresas. Estas empresas adotaram ações que impactaram nas dimensões que precisam de avanços, melhorando o grau de inovação.

Figura 5.4. Quantidade de empresa por nível para o *Ciclo 0*.



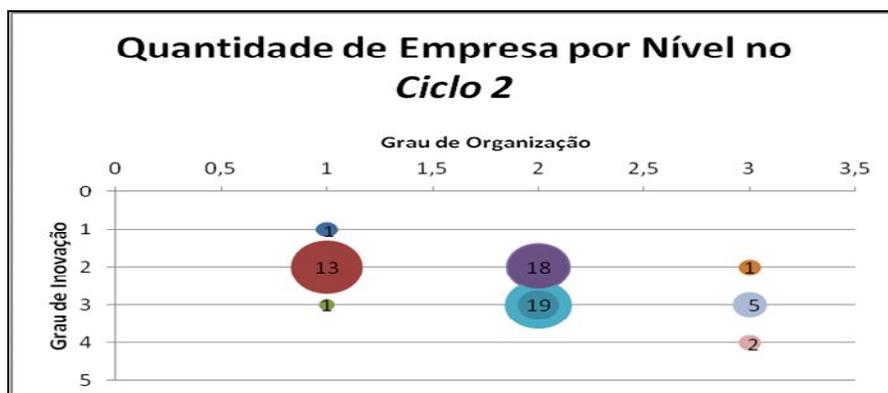
Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Figura 5.5. Quantidade de empresa por nível para o *Ciclo 1*.



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Figura 5.6. Quantidade de empresa por nível para o *Ciclo 2*

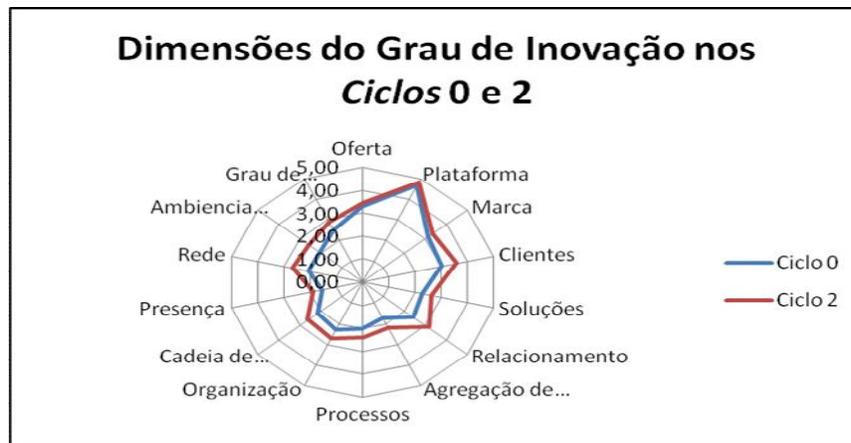


Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Com estes resultados, é válido supor que as ações do Agente Local de Inovação, apontando as melhorias necessárias de acordo com os resultados do diagnóstico organizacional e do diagnóstico de inovação elevam a capacidade competitiva das empresas que procuram corrigir os seus pontos fracos.

Ainda com relação à inovação, observa-se no gráfico do Radar de Inovação (Figura 5.7) a variação nos valores das dimensões, constatando-se uma evolução no crescimento de todas as dimensões, comparando-se os Ciclos 0 e 2. As empresas que não corrigem os pontos fracos que foram identificados no diagnóstico, também realizam transições. Neste caso, as mesmas podem permanecer no nível atual de inovação e gestão ou apresentar uma diminuição desses dois parâmetros, precisando de esforços maiores para retornar ao nível de crescimento.

Figura 5.7. Comparativo entre os graus de inovação médios nos Ciclos 0 e 2.



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

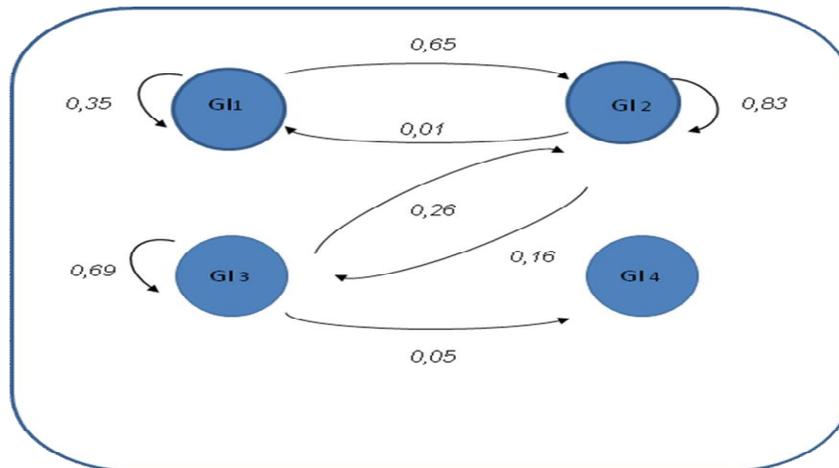
No que diz respeito à análise de predição de estados futuros para GI, desconsiderou-se o estado 5 de inovação, pois nenhuma empresa da amostra atingiu este estado, e calculou-se a matriz de transição ou matriz estocástica de um passo (1), obtendo-se as seguintes probabilidades:

$$M_{GI} = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & p_{13} & p_{14} \\ p_{21} & p_{22} & p_{23} & p_{24} \\ p_{31} & p_{32} & p_{33} & p_{34} \\ p_{41} & p_{42} & p_{43} & p_{44} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,35 & 0,65 & 0 & 0 \\ 0,01 & 0,83 & 0,16 & 0 \\ 0 & 0,26 & 0,69 & 0,05 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Com os dados desta matriz, verificou-se que uma empresa que esteja no estado GI_1 tem a probabilidade de 35% de permanecer neste estado; 65% de

passar para o estado GI_2 . Da mesma forma, uma empresa que esteja no estado GI_2 tem 1% de probabilidade de cair para o estado GI_1 ; 83% de permanecer no estado atual e 16% de migrar para o estado GI_3 . Observou-se que as empresas nos estados de GI_3 têm as seguintes probabilidades: 26% de retroceder para GI_2 ; 69% de se manter em GI_3 ; 5% de avançar para GI_4 , conforme pode-se verificar no diagrama de transição da matriz de um passo (Figura 5.8).

Figura 5.8. Diagrama de transição da matriz de um passo de GI .



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Os dados calculados na matriz M_{GI} , refletem probabilidade de transição, caso não haja nenhuma ação do gestor e/ou evento externo que modifique o estado da empresa. As probabilidades das matrizes podem ser usadas no planejamento estratégico ou por gestores públicos, visando realizar ações que possibilitem à empresa adquirir vantagem competitiva. Sendo assim, se uma empresa está no estado GI_3 e quer avançar para GI_4 , a mesma precisa implementar ações para atingir este objetivo.

Note-se que, inicialmente, são quatro as possibilidades para o estado inicial das empresas: $GI = 1$, $GI = 2$, $GI = 3$ e $GI = 4$, dado que se desconsiderou o estado 5. Pode-se descrever este cenário, respectivamente, por meio de quatro matrizes linha, conforme vetores a seguir:

$$\begin{array}{cccc}
 \begin{array}{c} GI1 \ GI2 \ GI3 \ GI4 \\ v(0) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{array} &
 \begin{array}{c} GI1 \ GI2 \ GI3 \ GI4 \\ v(0) = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{array} &
 \begin{array}{c} GI1 \ GI2 \ GI3 \ GI4 \\ v(0) = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \end{array} &
 \begin{array}{c} GI1 \ GI2 \ GI3 \ GI4 \\ v(0) = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{array}
 \end{array} \quad (2)$$

Para calcular as probabilidades de uma empresa estar, por exemplo, em GI_3 em 3 passos no futuro ($n = 3$), dado que hoje a mesma está em GI_2 , multiplicando-se o vetor linha de GI_2 pela matriz de transição de GI (Ross, 2010, p. 359-363):

$$v(3) = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0,35 & 0,65 & 0 & 0 \\ 0,01 & 0,83 & 0,16 & 0 \\ 0 & 0,26 & 0,69 & 0,05 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}^3 \quad (3)$$

$$v(3) = \begin{bmatrix} 0,01 & 0,69 & 0,28 & 0,01 \end{bmatrix}$$

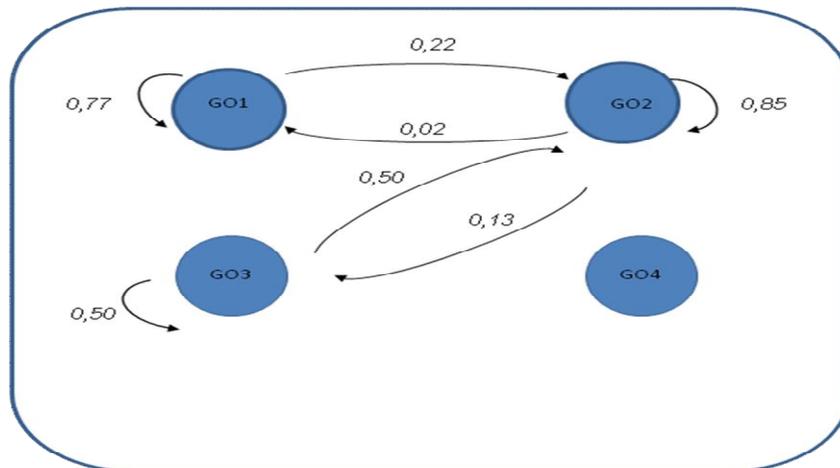
Portanto, daqui a 3 passos, haverá aproximadamente, 1% de probabilidade de a empresa regredir para GI_1 ; 69% de permanecer em GI_2 , 26% e 1% de avançar para GI_3 e GI_4 , respectivamente. Assim, a empresa tem maior probabilidade de permanecer no estado atual. Estes resultados confirmam que a maioria das empresas da amostra tem de GI entre 2 e 3, confirmando o perfil pouco inovador e inovador ocasional.

Com relação aos dados do Grau de Organização, calculou-se a matriz de transição M_{GO} de um passo (4), desconsiderou-se o estado de gestão 5, uma vez que nenhuma empresa atingiu este nível, e o diagrama de transição da respectiva matriz (Figura 5.9).

$$M_{GO} = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & p_{13} & p_{14} \\ p_{21} & p_{22} & p_{23} & p_{24} \\ p_{31} & p_{32} & p_{33} & p_{34} \\ p_{41} & p_{42} & p_{43} & p_{44} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,77 & 0,22 & 0,01 & 0 \\ 0,02 & 0,85 & 0,13 & 0 \\ 0 & 0,50 & 0,50 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (4)$$

Verifica-se na Figura 5.9 que há 77% de probabilidade da empresa que esteja em GO_1 permanecer neste estado; 22% de migrar para GO_2 ; 1% de passar para GO_3 e 0% de atingir GO_4 . Para as empresas que estão atualmente no estado GO_2 , há 2% de probabilidade de cair para o GO_1 ; 85% de permanecer em GO_2 ; 13% de migrar para o estado GO_3 . No que se refere a GO_3 , as empresas apresentam 50% de probabilidade de cair para GO_2 e 50% de permanecer em GO_3 . Os resultados da matriz M_{GO} refletem probabilidades de estados de gestão da empresa, caso nenhuma ação seja tomada pelo gestor para melhorar a maturidade da mesma ao longo do tempo.

Figura 5.9. Diagrama de transição da matriz de um passo de GO.



Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Da mesma forma que se analisou em GI, calculou-se as probabilidades de uma empresa estar em GO_3 em 4 passos futuros (5), dado que hoje a mesma está no estado GO_2 , conforme cálculos a seguir (Ross, 2010, p. 359-363):

$$\begin{aligned}
 v(4) &= \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0,77 & 0,22 & 0,01 & 0 \\ 0,02 & 0,85 & 0,13 & 0 \\ 0 & 0,50 & 0,50 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}^4 \\
 V(4) &= \begin{bmatrix} 0,04 & 0,76 & 0,20 & 0 \end{bmatrix}
 \end{aligned} \tag{5}$$

Verificou-se que se uma empresa está no estado GO_2 , daqui a 4 passos futuros haverá, aproximadamente, 4% de probabilidade da empresa se posicionar em GO_1 ; 76% em GO_2 ; 20% em GO_3 e 0% da empresa migrar para GO_4 . Assim, a empresa possui maior probabilidade de permanecer do estado atual (GO_2). Constata-se que as empresas da amostra possuem gestão insipiente.

Essas probabilidades de GI e GO de n passos podem ser usadas pelos gestores como um cenário futuro, dada as condições das empresas retratadas nos três ciclos do Projeto ALI. Com esses dados os gestores podem se planejar para alcançar estados mais avançados de inovação e gestão, ganhando vantagem competitiva.

Para a predição de estados futuros das empresas em longo prazo, obtendo-se a matriz estacionária, utilizaram-se as matrizes de transições de um passo de GO e GI, calculadas em (1) e (4). Para realizar a predição em longo prazo, a matriz de transição deve satisfazer as propriedades de uma matriz de *Markov* Ergódica, que é uma matriz que não possui entradas nulas, conforme propriedades descritas no Apêndice I.

Para o cálculo de GI em longo prazo, utilizou-se a matriz de transição de um passo de GI (1). Observa-se que a linha GI₄ possui todas as entradas nulas, assim é preciso verificar se esta é uma matriz de *Markov* regular para depois prever os estados em longo prazo. Observa-se, ainda, que apenas duas empresas que estavam no estado 3, atingiram o nível 4 ($p_{34} = 0,05$). Como essas empresas representam 3% do total da amostra, vamos desprezá-las nesta análise.

Desta forma, elimina-se a última linha e coluna da matriz M_{GI} (1), correspondente a entrada GI₄, e ajustando os valores da linha 3, obtém-se a seguinte matriz de transição de um passo reduzida (6):

$$NM_{GI} = \begin{bmatrix} 0,35 & 0,65 & 0 \\ 0,01 & 0,83 & 0,16 \\ 0 & 0,28 & 0,72 \end{bmatrix} \quad (6)$$

Neste caso NM_{GI} (6) possui uma entrada nula, entretanto fazendo-se o produto (NM_{GI})², verificou-se o seguinte resultado:

$$NM_{GI}^2 = \begin{bmatrix} 0,129 & 0,768 & 0,103 \\ 0,012 & 0,742 & 0,245 \\ 0,003 & 0,427 & 0,562 \end{bmatrix} \quad (7)$$

Como a matriz NM_{GI}² (7) possui todas as entradas não nulas, assim, NM_{GI} (6) representa uma cadeia de *Markov* regular. Pode-se calcular o vetor fixo de probabilidade em longo prazo para o Grau de Inovação das empresas da amostra, utilizando a equação 6, descrita no Apêndice I (8):

$$\pi \times NM_{GI} = \pi \quad (8)$$

$$\begin{bmatrix} x_1 & x_2 & x_3 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0,35 & 0,65 & 0 \\ 0,01 & 0,83 & 0,16 \\ 0 & 0,28 & 0,72 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 & x_2 & x_3 \end{bmatrix} \quad (9)$$

Resolvendo este sistema, obtêm-se as seguintes probabilidades:

$$x_1 = 0,01 \quad x_2 = 0,63 \quad x_3 = 0,36 \quad (10)$$

Portanto, em longo prazo, as empresas tenderão para um Grau de Inovação no GI₂ (63%) e no GI₃ (36%), confirma-se que a amostra representa empresas que são pouco inovadoras ou inovadoras ocasionais. Essas probabilidades refletem uma tendência, caso nenhuma ação do gestor ou evento externo ocorra em longo prazo, as empresas se enquadrarão em uma dessas probabilidades.

Para o Grau Organizacional, seguindo os mesmos passos dos cálculos utilizados para o Grau de Inovação, têm-se em longo prazo as seguintes probabilidades (11):

$$\begin{bmatrix} y_1 & y_2 & y_3 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0,77 & 0,22 & 0,01 \\ 0,02 & 0,85 & 0,13 \\ 0 & 0,50 & 0,50 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_1 & y_2 & y_3 \end{bmatrix} \quad (11)$$

$$y_1 = 0,06 \quad y_2 = 0,74 \quad y_3 = 0,20 \quad (12)$$

Assim, em longo prazo, o Grau Organizacional das empresas da amostra tender-se-á para GO₁ em 6%; para GO₂ em 74%; e 20% para GO₃. Estes resultados apontam que as MPE precisam investir em gestão para se manter competitivas, frente às ameaças do mercado. Estes resultados corroboram com estudos realizados por Leone (1999) e pelo IBGE (2003) no que tange aos aspectos de caracterização das MPE brasileiras. Ambos revelam traços preponderantes na análise das micro e pequenas empresas: gestão informal, escassez de recursos e baixa qualidade gerencial.

Com relação à análise dos pares GOxGI por empresa, as Tabelas 5.3 e 5.4 representam a matriz de probabilidade de um passo, que foi dividida em duas partes para melhor visualização dos dados. De acordo com esses dados, analisou-se o perfil das empresas no futuro, utilizando-se 4 passos a

frente do estado atual. Os recortes desses dados estão apresentados na Tabela 5.5.

Tabela 5.3. Matriz de transição para o par GOxGI de (1,1) até (2,4).

	1,1	1,2	1,3	1,4	2,1	2,2	2,3	2,4
1,1	0,35	0	0	0	0,62	0,03	0	0
1,2	0	0	0	0	0	0	0	0
1,3	0	0	0	0	0	0	0	0
1,4	0	0	0	0	0	0	0	0
2,1	0	0	0	0	0,60	0,27	0	0
2,2	0	0,03	0	0	0,03	0,67	0,03	0
2,3	0	0	0	0	0	0,67	0	0
2,4	0	0	0	0	0	0	0	0
3,1	0	0	0	0	0	0	0	0
3,2	0	0	0	0	0	0	0	0
3,3	0	0	0	0	0	0	0	0
3,4	0	0	0	0	0	0	0	0
4,1	0	0	0	0	0	0	0	0
4,2	0	0	0	0	0	0	0	0
4,3	0	0	0	0	0	0	0	0
4,4	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

Tabela 5.4. Matriz de transição para o par GOxGI de (3,1) até (4,4).

	3,1	3,2	3,3	3,4	4,1	4,2	4,3	4,4
1,1	0	0	0	0	0	0	0	0
1,2	0	0	0	0	0	0	0	0
1,3	0	0	0	0	0	0	0	0
1,4	0	0	0	0	0	0	0	0
2,1	0,07	0,05	0	0	0	0	0	0
2,2	0,03	0,18	0,03	0	0	0	0	0
2,3	0	0	0,33	0	0	0	0	0
2,4	0	0	0	0	0	0	0	0
3,1	0,33	0,50	0	0	0	0	0,17	0
3,2	0	0,85	0,1	0	0	0	0,05	0
3,3	0	0	1	0	0	0	0	0
3,4	0	0	0	0	0	0	0	0
4,1	0	0	0	0	0	0	0	0
4,2	0	0	0	0	0	0	0	0
4,3	0	0	0	0	0	0	0	0
4,4	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

Assim, dado que uma empresa esteja no nível de gestão 2 e no nível de inovação 2 ($GO_2 \times GI_2$), as probabilidades futuras mostram que: a empresa

tenderá a permanecer no mesmo nível (2,2) em aproximadamente 25%; migrará para o nível (2,3) com probabilidade de 38% e para o nível (3,3) com probabilidade de 18%, melhorando, respectivamente, o seu Grau de Gestão de Inovação; cairá para o nível (1,2) com probabilidade de 3%. Verifica-se que as empresas têm maior probabilidade de se manter no nível atual ou avançar para níveis de maior maturidade.

Tabela 5.5. Recorte da matriz de transição GOxGI em quatro períodos de tempo.

	1,2	2,2	2,3	3,3	3,4
1,1	0,30	0,33	0,21	0,03	0,02
1,2	0,15	0,30	0,32	0,08	0,02
2,2	0,03	0,25	0,38	0,18	0,02
2,3	0	0	0,52	0,32	0,03

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

Ainda na Tabela 5.5, verifica-se que uma empresa no nível de gestão 2 e no nível de inovação 3 ($GO_2 \times GI_3$), tenderá a permanecer no mesmo nível (2,3) em aproximadamente 52%; migrará para os níveis (3,3) e (3,4) com probabilidades de 32% e 3%, respectivamente, melhorando o seu perfil, tanto de gestão, como de inovação. Infere-se que a empresa tem maior probabilidade de permanecer no nível atual.

Assim como nas análises anteriores, estas probabilidades de n passos para os pares de GOxGI são apenas uma tendência. Conclui-se, ainda, de acordo com a base de dados utilizada, que não houve informação suficiente para analisar as empresas de um nível de maturidade mais avançado, dentro do critério de avaliação adotado, o que poderia permitir estabelecer uma relação entre o impacto da gestão na inovação e vice-versa.

Observa-se, ainda, que a matriz de um passo, representada pelas Tabelas 5.3 e 5.4 possui nove estados absorventes (linhas com todas as entradas nulas). Desta maneira, não se pode utilizar uma forma reduzida da matriz para calcular os estados em longo prazo da matriz de um passo do par GOxGI, assim como fizemos para os cálculos anteriores para GO e GI, separadamente, uma vez que a mesma não representa uma cadeia de *Markov* Ergódica. Qualquer potência desta matriz terá entradas nulas.

6. CONCLUSÕES

Nesta pesquisa, abordaram-se as diferentes perspectivas de inovação e formas de mensuração da mesma, começando pelo critério proposto por Schumpeter (1984), chegando às modificações sugeridas por Bachmann (2008), com base nos estudos de Sawhney, Wolcott, Arroniz (2006).

Discorreu-se, ainda, sobre o uso da inovação como estratégia para as empresas obterem vantagem competitiva (ALSAATY, 2011; MARTIN, LÓPEZ, 2007; TIDD, BESSANT, PAVITT 2005).

Motivados pelas discussões relativas à capacidade de inovar das MPE, descreveram-se os estados futuros das empresas com os dados do Grau de Desenvolvimento Organizacional (GO) e o Grau de Inovação (GI), a partir do Radar de Inovação definido por Sawhney, Wolcott, Arroniz (2006) e ampliado por Bachmann (2008).

Para validar a premissa da existência de uma correlação entre GO e GI, realizaram-se testes que indicam a existência de uma correlação, embora moderada, mesmo considerando que a maioria dos dados disponíveis aponta para empresas com baixo grau de gestão. Com a base de dados utilizada, não foi possível ter informação suficiente para analisar o perfil de empresas que estivessem em condições de maturidade mais avançadas, dentro do critério de avaliação adotado nesta pesquisa, não permitindo avaliar o impacto da gestão na inovação para este cenário.

Utilizaram-se os resultados do diagnóstico organizacional e de inovação de 60 MPE para analisar a correlação linear entre os dados de GO e GI. Constatou-se que há uma correlação moderada nos setores (alimentos $r = 0,517$; móveis $r = 0,401$; confecções $r = 0,592$). A amostra foi igualmente distribuída em três grupos de 20 empresas dos setores da indústria de alimentos, móveis e confecções do estado de Pernambuco, selecionadas de modo não probabilístico por adesão dos participantes do projeto Agentes Locais de Inovação (SEBRAE, 2015). Os setores foram escolhidos considerando-se a diferença natural entre eles, sobretudo, no tocante às possibilidades de inovar. Verificou-se, também, pelo gráfico de dispersão no

Ciclo 0 (Figura 5.1) que há uma tendência representada por um grau de relação entre GO e GI.

Uma das contribuições deste artigo foi a identificação de uma tendência das empresas da amostra terem um perfil de pouco inovadoras ou inovadoras ocasionais, de acordo com as probabilidades da Cadeia de *Markov*, calculadas a partir das matrizes de transição de n passos e em longo prazo para o GI. Embora as MPE apresentem uma grande importância na economia do Brasil, sendo responsáveis por mais de 50 das vagas de emprego e de representarem para a economia brasileira cerca de 98,2% dos estabelecimentos privados existentes, concluiu-se que não somos um país inovador. Esta conclusão corrobora com os dados do GII (2017), no qual o Brasil é classificado na 69ª posição em termos de inovação.

Com relação à gestão, o Grau de Organização das empresas tem a maior probabilidade em se manter no Grau Organizacional de GO₂ (74%). Este resultado confirma duas das características das MPE, segundo pesquisas já realizadas, que são a gestão informal e a baixa qualidade gerencial (IBGE, 2003; Leone 1999). Conclui-se que as MPE precisam investir em gestão para se manterem competitivas e avançarem nos níveis de inovação.

Com referência a análise dos pares de GOxGI em longo prazo, não foi possível fazer a previsão, dado que a matriz de transição de um passo não segue as características de uma matriz de *Markov* Ergódica.

Outra contribuição foi a análise dos resultados do projeto ALI durante a realização dos três Ciclos. Constatou-se um incremento nos resultados médios do Grau de Organização e do Grau de Inovação devido à implantação das melhorias apontadas nos diagnósticos do projeto. Para o *Ciclo 0* verificou-se um grau organizacional médio de 1,87 e um grau de inovação médio de 2,47. No *Ciclo 1* obteve-se um grau organizacional médio de 1,98 e um grau de inovação médio de 2,69. Para o *Ciclo 2* atingiu-se um grau organizacional médio de 2,25 e um grau de inovação médio de 2,89. Observou-se que as empresas migraram para níveis mais elevados de GO e GI com a ajuda do projeto. Estes resultados apontam que a ação do ALI nas empresas melhora a gestão e a inovação, fazendo com que o projeto cumpra a sua missão de tornar as empresas mais competitivas.

Estes resultados corroboram com a teoria de que as MPE buscam formas de inovar que não estão associadas a P&D, mostrando resultados positivos na implementação de ações que levem as organizações a ocuparem posições superiores aos seus pares (BACHMANN, DESTEFANNI, 2008; CAMPOS, CAMPOS, 2013; SIMANTOBB, LIPPI, 2003).

O Projeto ALI (SEBRAE, 2015) conseguiu incrementar o Grau Organizacional e o Grau de Inovação da amostra pesquisada, porém constatou-se que essas empresas não se tornaram inovadoras sistêmicas após a implementação das melhorias apontadas nos diagnósticos nos três ciclos. O grande desafio das organizações é implantar uma cultura de inovação nas empresas, de tal forma que as MPE consigam permanecer inovadoras, mesmo após o término dos programas de fomento. É de fundamental importância avaliar se os modelos utilizados por esses programas conseguem efetivar um diferencial competitivo nas MPE.

Uma das propostas de trabalho futuro é a aplicação do modelo proposto em uma base de dados com o número maior de empresas, agregando mais setores da economia e permitindo obter maiores informações sobre empresas com o grau de maturidade mais elevado.

A outra proposta é a proposição de uma nova taxonomia para as MPE, baseada na maturidade da empresa com relação à inovação. Atualmente, as empresas são classificadas, em geral, pela quantidade de funcionários ou faturamento. Essa nova taxonomia permitiria a utilização de planos de ações e políticas públicas direcionados para tornar as MPE mais inovadoras em um menor espaço de tempo, aumentando a sua vantagem competitiva e sobrevivência no mercado.

Espera-se que os resultados desta pesquisa contribuam para as ações dos gestores das empresas, além de promover uma reflexão para a implantação de políticas públicas direcionadas às empresas de pequeno porte no tocante à inovação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGHION, P; BLUNDELLI, R; GRIFFITH, R, HOWITT, P; PRANTL, S. **The effects of entry on incumbent innovation and productivity.** The Review of Economics and Statistics, 91 (1), 20-32, 2009.
- AKIS, E. **Innovation and Competitive Power.** Procedia-Social and Behavioral Sciences, 195, 1311-1320, 2015.
- ALBORNOZ , V.; HINRICHSEN M.; MIRANDA, P.; PEÑA, P. **Uso de Cadenas de Markov para La Predicción de La Dinámica Del Comportamiento de Pacientes em uma Unidad de Cuidado Intensivo Cardiológica.**La dinámica del comportamiento de pacientes en una unidad de cuidado. Ingeniare - Revista de Ingeniería, vol. 14 N° 2, 2006 153 Ingeniare - Revista Chilena de Ingeniería, vol. 14 N° 2, 2006, pp. 153, 2006.
- ALSAATY, F. M. **A model for building innovation capabilities in small entrepreneurial firms.** Academy of Entrepreneurship Journal, 17(1), 2011.
- ANDREASI, T. **Innovation in small and médium-sized enterprises.** International Journal of Entrepreneurship and Innovation Management, v. 3, n. ½, 2003.
- ANPROTEC. Estudo, **Análise e Proposições sobre as Incubadoras de Empresas no Brasil:** relatório técnico. Brasília, DF: ANPROTEC, 2012.
- ANDREASI, T.; SBRAGIA, R. **Fatores determinantes do grau de Inovatividade das empresas:um estudo utilizando a técnica de análise discriminante.** Working Papers n. 001/004, FEA-USP, 2002.
- APEX BRASIL. Agência Brasileira de Promoção de Exportação e Investimento **Programa de Qualificação para Exportação.** < <http://www.apexbrasil.com.br/qualifique-sua-empresa-peix>>. Recuperado em 08 de maio de 2017.
- BACHMANN, D. **Agentes locais de inovação.** Uma medida do progresso nas MPEs do Paraná. Paraná: Sebrae, 2008.
- BACHMANN, D. L. e DESTEFANI, J. H. **Metodologia para estimar o grau das inovações nas MPE.** Curitiba, 2008.
- BAGGIO, A. F.; BAGGIO D. K. **Empreendedorismo:** Conceitos e Definições. Rev. de Empreendedorismo, Inovação e Tecnologia, V. 1, p. 25-38, 2014.
- BALBI, R. V. et al. **Cultura Empreendedora:** O que está sendo produzido na Administração? In: ANPAD. 23. 2009. São Paulo. 2009.
- BANCO MUNDIAL. **Doing Business 2011:** Making a Difference for Entrepreneurs. Washington, DC: World Bank Group. (2010).

- BAPTISTA, R., ESCARIA, V.; MADRUGA, P. **Entrepreneurship, Regional Development, and Job Creation: the Case of Portugal**. Small Business Economics, 30, 49-58. 2008.
- BARBETTA, P.A.; REIS, M. M.; BORNIA, A.C. **Estatística para cursos de engenharia e informática**. 2.ed. São Paulo: Atlas, (410p), 2004.
- BARSEGHYAN, L. (2008). **Entry Costs and Cross-Country Differences in Productivity and Output**. Journal of Economic Growth, 13, 145-167.
- BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO - BID. **Uma análise comparativa das abordagens do BID no apoio às PMEs: Analisando resultados no setor industrial brasileiro**. Nova Iorque, outubro, 2014.
- BITTENCOURT, C. C. **Gestão de competências e aprendizagem nas organizações**. São Leopoldo/RS: Unisinos, 2005.
- BORTOLOTTI, S. L. et al. **Estudo de custos para uma microempresa de guardanapos de papel utilizando cadeias absorventes de Markov**. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – SIMPEP, 14., 2007, Bauru, SP, Brasil, 2007.
- BRANCO, R. M.; COELHO, A. S. **Cadeias absorventes de Markov no processo produtivo de filé congelado de pescada**. Revista Synergismus scyentifica, v. 1, p. 646-657, 2006.
- BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Estudo de Projetos de Alta Complexidade: indicadores de parques tecnológicos**. Brasília, DF: CDT/UnB, 2013. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0228/228606.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2018.
- BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC). **Programa Brasil Mais Produtivo** (n.d.). <<http://www.brasilmaisprodutivo.gov.br/home.aspx>>. Recuperado em 08 de maio de 2017.
- BULGACOV, S.; VICENZI, S. E. **Fatores motivadores do empreendedorismo e as decisões estratégicas de pequenas empresas**. Revista Ciências da administração, v. 15, n. 35, p.208- 221, abr, 2013.
- BUNCHAFT, G.; KELLNER, S.R.O. **Estatística sem mistérios**. 4.ed. Petrópolis: Vozes. v.2, 2002.
- CAMARGO, C.; MACIEL, C. O. **Locus de controle, comportamento empreendedor e desempenho de pequenas empresas**. Revista de Administração Mackenzie, São Paulo, v. 11, n.2, p. 168-188, mar./abr. 2010.
- CAMPOS, L. B. P.; CAMPOS, R. J. **Análise multi-casos da gestão da inovação em empresas de pequeno porte**. Pretexto, Belo Horizonte, v. 14, n. 1, p. 36-51, 2013.

- CERETTA, G., REIS, D., ROCHA, A. **Inovação e modelos de negócio**: um estudo bibliométrico da produção científica na base Web of Science. *Gestão e Produção*, 23(2), p. 433-444, 2016.
- CHOUHAN, V. S.; SRIVASTAVA, S. **Understanding Competencies and Competency Modeling** — A Literature Survey. *Journal of Business and Management*. Volume 16, Issue 1. Ver. I, Jan. 2014.
- CLARKE, A. B.; DISNEY, R. L. **Probabilidade e processos estocásticos**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1979.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Desempenho do Brasil no índice global de inovação 2011-2016**. Confederação Nacional da Indústria / Confederação Nacional da Indústria, Serviço Social da Indústria, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. – Brasília : CNI, 2016.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO COMÉRCIO (CNC). **As micro e pequenas empresas no Brasil**. Rio de Janeiro, 2000.
- DJANKOV, S.; MCLIESH, C.; Ramalho, R. **Regulation and Growth**. *Economics Letters*, 92, 395–401, 2006.
- DOLABELA, F. **Oficina do Empreendedor**. 1 Ed. São Paulo: Cultura Editores Associados, 1999.
- DORNELAS, J.C.A. **Empreendedorismo**: transformando idéias em negócios. Rio de Janeiro: Elsevier. 2008.
- DUTTA, Soumitra; LANVIN, Bruno; WUNSCH-VINCENT, Sacha. **The global innovation index 2011**. *Accelerating Growth and Development*, Geneva: World Intellectual Property Organization, 2012.
- _____. **The global innovation index 2012**. *Stronger Innovation Linkages for Global Growth*, Geneva: World Intellectual Property Organization, 2012.
- _____. **The global innovation index 2013**. *The Local Dynamics of Innovation*, Geneva: World Intellectual Property Organization, 2013.
- _____. **The global innovation index 2014**. *The Human Factor in Innovation*, Geneva: World Intellectual Property Organization, 2014.
- _____. **The global innovation index 2015**. *Effective Innovation Policies for Development*, Geneva: World Intellectual Property Organization, 2015.
- _____. **The global innovation index 2016**. *Winning with Global Innovation*, Geneva: World Intellectual Property Organization, 2016.

- _____. **The global innovation index 2017**. Innovation Feeding the World, Geneva: World Intellectual Property Organization, 2017.
- ESTRADA, M. A. L. **Teoremas limiares para o modelo SIR estocástico de epidemia**. 2015. Dissertação (Mestrado em Estatística) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Matemática Estatística e Computação Científica, Campinas, SP.
- FARREL, Larry C. **Entrepreneurship**. Fundamentos das organizações empreendedoras. São Paulo, Ed Saraiva, 1993.
- FERREIRA, D. F. **Estatística básica**. 2.ed. Lavras: UFLA. 664p, 2009.
- FÓRUM PERMANENTE DS MICROEMPRESAS E EMPRESAS DE PEQUENO PORTE. **Desenvolvimento tecnológico e inovação nas micro e pequenas empresas: fatores de influência**. São Paulo, 2007.
- FIDALGA, N. H. D. **Aplicações das Cadeias de Markov à Modelação Matemática de Epidemias**. 2016. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Biomédica). Instituto Politécnico de Bragança – Escola Superior de Tecnologia e Gestão. Portugal.
- FONTENELE, R. E. S. **Empreendedorismo, Competitividade e Crescimento Econômico: Evidências Empíricas**. Revista de Administração Contemporânea, v. 14, n. 4, p.1094-1112, nov./dez. 2010.
- FREITAS, A. R. et al. **Modelagem do Crescimento Populacional do Rebanho Bovino Brasileiro**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.34, n.6, p.2225-2232, 2005.
- FUNDAÇÃO NACIONAL DE QUALIDADE. Modelo de Excelência da Gestão (MEG), 2016.
- GABRIANI, C. R. **Análise das fontes de financiamento das inovações tecnológicas das empresas brasileiras no período segundo a Pintec-1998-2011**. Anais Encontro Científico de Administração, Economia e Contabilidade, v. 1, n. 1, 2018.
- GAMAL, Dalia; SALAH, T.; ELRAYYES, Eng Nesreen. **How to measure organization Innovativeness**. Technology Innovation and Entrepreneurship Center, 2011.
- GARCIA, J. G. **Um Estudo sobre as Formas de Inovação e os Critérios de Avaliação dos Prêmios de Inovação**. 2008. Dissertação (Mestrado em Administração). Universidade de Caxias do Sul, RS.
- GARCIA, R.; CALANTONE, R. **A critical look at technological innovation typology and innovativeness terminology: a literature review**. Journal of Product Innovation Management 19(2): 110-132, 2002.
- GATIYATULLIN, M. K.; NIGMATOV, Z. G. **Formation of Entrepreneurship Culture with Technical University Students**. Middle-East Journal of Scientific Research 19 (4): 544-548, 2014.

Global Entrepreneurship Monitor. Empreendedorismo no Brasil: Relatório Global 2016., Curitiba: IBQP, 2017. 208 p.

GOMEZ, P. A. **O Design como Diferencial Competitivo para Alavancar as Exportações nas Pequenas e Médias Empresas do Setor Moveleiro.** 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Curitiba: Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

GONÇALVES FILHO, C. G.; GONÇALVES, C. A.; VEIT, M. R. **Mensuração do perfil do potencial empreendedor e seu impacto no desempenho das pequenas empresas.** Revista de Negócios, Blumenau, v. 12, n. 3, p. 29 - 44, jul./set. 2007.

HAN, J.K.; KIM, N.; SRIVASTAVA, R. K. **Market Orientation and Organizational Performance: Is Innovation a Missing Link?** Journal of Marketing 62(4): 30-45, 1998.

HAUSE, J.; DU RIETZ, G. **Entry, Industry Growth, and the Microdynamics of Industry Supply.** Journal of Political Economy, 92, 733-757, 1984.

HAUSE, J.; TELLIS, G.J.; GRIFFIN, A. **Research on Innovation: A Review and Agenda for Marketing Science.** Marketing Science, v. 25, n.6, p.687-717, 2006.

HISRICH, R. D.; PETER, M. P. **Empreendedorismo.** Porto Alegre: Bookman. 2004.

HOPP, C.; STEPHAN, U. **The influence of socio-cultural environments on the performance of nascent entrepreneurs: Community culture, motivation, self-efficacy and start-up success.** Entrepreneurship & Regional Development: An International Journal, Vol. 24: Issue 9- 10, p. 917-945, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) - Coordenação de Serviços e Comércio. **As micro e pequenas empresas comerciais e de serviços no Brasil: 2001.** Rio de Janeiro: IBGE, 2003.

_____. **Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica – Pintec 2005.** Rio de Janeiro, 2007.

KAZMIER, L.J. **Estatística aplicada à administração e economia.** 4.ed. Porto Alegre: Bookman, 2007 (392p).

KETOKIVI, M.; ALI-YRKKO, J. **Innovation does not equal R&D: strategic innovation profiles and firm growth.** Helsinki, Etlä, E. T., The Research Institute of the Finnish Economy, 22p. (Keskusteluaiheita, Discussion Papers; ISSN 0781-6847; No. 1220), 2010.

KIRZNER I. **Competition and Entrepreneurship.** Chicago Press: Chicago, IL, 1973.

KLAPPER, L., LAEVEN, L, & RAJAN, R. **Entry Regulation as a barrier to entrepreneurship.** Journal of Financial Economics, 82(3), 591-629, 2006.

LEONE, N. M. C. P. G. **A dimensão física das pequenas e médias empresas (PMEs)**: à procura de um critério homogeneizador. Revista de Administração de Empresas, v.31, n.2, p. 53-59, 1991.

LEONE, N. M. C. P. G. **As especificidades das pequenas e médias empresas**. São Paulo: Revista de Administração, v.34, n.2, p.91-94, abril/junho 1999.

LEONE, Rodrigo José Guerra et al. **Pequenas e Médias Empresas**: contribuições para a discussão sobre por que e como medir o seu tamanho. RAUnP-ISSN 1984-4204, v. 4, n. 1, p. 67-83, 2012.

LIZOTE, S. A.; VERDINELLI, M. A. **Competências empreendedoras**: um estudo com funcionários administrativos de uma empresa do ramo alimentício. Revista Pensamento Contemporâneo em Administração, v. 8, p. 164-182, 2014.

MARCOS, W.P. **Cadeia de Markov aplicada ao manejo de pragas em lavoura cafeeira**. Universidade Federal de Uberlândia – M.G. (2015).

MARTÍN, L. A.; LÓPEZ, J. M. **La Dirección Estratégica de la Empresa**: teoría y aplicaciones. Pamplona: Editorial Aranzadi, 2007.

MCDERMOTT, C.M.; O'CONNER, G.C. **Managing radical innovation**: an overview of emergent strategy issues. Journal of Product Innovation Management, v.19, p.424-438, 2002.

MERCOSUL. Resolução nº 59 de 1998 do Grupo Mercado Comum. 1998

MONITOR, Global Entrepreneurship. GEM.(2016). Empreendedorismo no Brasil.(Relatório Executivo).[Entrepreneurship in Brazil.(Executive Report).], 2017.

MYTELKA, L. K. **Competition, innovation and competitiveness**: a framework for analysis. In: MYTELKA, L. K. (Ed.). Competition, innovation and competitiveness in developing countries. Paris: OECD, 1999.

NUÑEZ, J. L. T. **Modelo para o gerenciamento de ativos de transmissão de energia elétrica**. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, 2004.

OLIVEIRA, F. A. **Schumpeter**: a destruição criativa e a economia em movimento. Revista de História Econômica & Economia Regional Aplicada – Vol. 10, Nº 16, Jan-Jun, 2014.

OLIVEIRA, P. G. O. **Estudo de Confiabilidade de Sistemas de Controle de Dispositivos de Segurança de Sub-superfície em Poços de Petróleo**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). PUC Rio, RJ.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). **Manual de Oslo**: Proposta de Diretrizes para Coleta e Interpretação de Dados sobre Inovação Tecnológica. 3 ed. Paris: OCDE, 2005.

PINTEC. Pesquisa Industrial Inovação Tecnológica 2000. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: <<http://www.pintec.ibge.gov.br/downloads/PUBLICACAO/Publicacao%20PINTEC%202000.pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2017.

_____. 2003. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <<http://www.pintec.ibge.gov.br/downloads/PUBLICACAO/Publicacao%20PINTEC%202003.pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2017.

_____. 2005. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://www.pintec.ibge.gov.br/downloads/PUBLICACAO/Publicacao%20PINTEC%202005.pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2017.

_____. 2008. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://www.pintec.ibge.gov.br/downloads/PUBLICACAO/Publicacao%20PINTEC%202008.pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2017.

_____. 2011. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://www.pintec.ibge.gov.br/downloads/pintec2011%20publicacao%20completa.pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2017.

REICHERT, F., CAMBOIM, G., ZAWISLAK, P. **Capacidades e Trajetórias de Inovação de Empresas Brasileiras**. Ram-Revista de Administração Mackenzie, 16(5), p.161-194, 2015.

ROSS, S. **Probabilidade** - Um Curso Moderno com Aplicações. 8ª Ed., Bookman, Porto Alegre, 2010.

SARFATI, G. **Estágios de desenvolvimento econômico e políticas públicas de empreendedorismo e de micro, pequenas e médias empresas (MPMEs) em perspectiva comparada**: os casos do Brasil, do Canadá, do Chile, da Irlanda e da Itália. *Revista de Administração Pública*, v. 47, p. 25-48, jan./fev. 2013.

SARKAR, S. **Innovation, Entrepreneurship and Development**. *International Journal of Entrepreneurship and Innovation Management*, 5(5/6), 359-365. 2005.

SAWHNEY, M., WOLCOTT, R. C., & ARRONIZ, I. **The 12 different ways for companies to innovate**. *MIT Sloan Management Review*, v. 47, n. 3, p. 75-81, 2006.

SCHUMPETER, J.A. **The theory of economic development**: an inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle. New York, Oxford University Press, 1984.

_____. **A teoria do desenvolvimento econômico**. São Paulo, Nova Cultura, 1988.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE). **Anuário do trabalho na micro e pequena empresa: 2010-2011**. 5. ed. Brasília: Sebrae, 2012.

_____. **Participação das micro e pequenas empresas na economia brasileira**. Brasília: Sebrae, 2014.

_____. **A Evolução das Microempresas e Empresas de Pequeno Porte 2009 a 2012 Brasil**. Série Estudos e Pesquisas. 2014a.

_____. **Participação das Micro e Pequenas Empresas na Economia Brasileira**. Julho, 2014b

_____. **Participação das micro e pequenas empresas na economia brasileira**. Brasília: Sebrae, 2015.

_____. **Micro e pequenas empresas geram 27% do PIB do Brasil**. 2015a.

_____. **As micro e pequenas Empresas nas exportações Brasileiras: 1998-2014 – Brasil**. 2015b.

_____. **Projeto gente local de inovação (ALI) em Pernambuco**. 2015-2017.

Disponível em: <

<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/pe/sebraeaz/agentes-locais-de-inovacao,ad4f1a5f5387e410VgnVCM1000003b74010aRCRD>>. Recuperado em: 01 maio de 2017.

SEBRAE-SP. **MPEs de Base Tecnológica**: conceituação, formas de financiamento e análise de casos brasileiros. São Paulo, 2001.

SILOS, P. **Assessing Markov chain approximations**: A minimal econometric approach. *Journal of Economic Dynamics and Control*, v. 30, n. 6, (pp. 1063-1079), 2006.

SIMANTOB, M.; LIPPI, R. *Guia Valor Econômico de Inovação nas Empresas*, Editora Globo, São Paulo, 2003.

SPERAFICO, J.H.; ENGELMAN, R.; GONÇALVES, M.A. **Capital intelectual organizacional e inovação em Micro e Pequenas Empresas de base tecnológica**. *Revista Raunp*, v.9, n.1, p.51- 61, 2016.

STERNBERG, R.; WENNEKERS, S. **Determinants and Effects of New Business Creation Using Global Entrepreneurship Monitor Data**. *Small Business Economics*, 24(3), 193-203. 2005

STEVENSON, W.J. **Estatística aplicada à administração**. São Paulo: Harbra, 2001 (495p).

SULLIVAN, M.; MIZRAHI, A. **Matemática finita**: Uma Abordagem Aplicada. 9 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006. 671 p.

TAHA, H. A. **Pesquisa Operacional**. 8 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008. 361 p.

TERENCE, A. C. F. **Planejamento Estratégico como Ferramenta de Competitividade**: Desenvolvimento e Avaliação de um roteiro prático para o processo de elaboração do planejamento. 2002. 221 p. Dissertação de Mestrado (Engenharia da Produção). Universidade de São Paulo. 2002.

TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. **Gestão da Inovação**. (3.ed.). Porto Alegre: Bookman. 2008.

TITU, A.; RAULEA, A.; TITU, S. **Innovation - A Challenge for the 21st. Century Managers**. *Economics and Finance*, 27, p. 126-135, 2015.

TUSHMAN, M.; NADLER, D. **Organizando-se para a inovação** In: STARKEY, Ken. *Como as organizações aprendem: relatos do sucesso das grandes empresas*. São Paulo: Futura, 1997.

VARGAS, H. C.; ESTRADA, S.; GÓMEZ, E. L. **The effects of ICTs as innovation facilitators for a greater business performance.** Evidence from Mexico. *Computer Science*, 91, p. 47-56, 2016.

VEDOVELLO, Conceição Aparecida et al. Revisão crítica às abordagens a parques tecnológicos: alternativas interpretativas às experiências brasileiras recentes. *RAI - Revista de Administração e Inovação* v. 3, n. 2, p. 103-118, 2006.

VENKATARAMAN, S. (1997). **The distinctive domain of entrepreneurship research.** In J. Katz & R. Brockhaus, *Advances in Entrepreneurship, Firm Emergence and Growth*, vol. 3, pp. 119-138. Greenwich, CT: JAI Press, 1997.

ZEHIR, C.; KÖLE, M.; YILDIZ, H. **The Mediating Role of Innovation Capability on Market Orientation and Export Performance: an Implementation on SMEs in Turkey.** *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 700-708, 2015.

ANEXO I

Tabela 1.1. PINTEC: Percentuais de empresas brasileiras que financiaram Atividades de P&D e Demais Atividades de inovação, por natureza das fontes de financiamentos e faixas de pessoal ocupado – período 1999 até 2011.

Tecnológica – PINTEC/IBGE – período de 2001 até 2011

PINTeC Períodos	Faixas de pessoal ocupado	Estrutura do financiamento (%)							
		Próprias	Das atividades de P&D			Das Demais Atividades			
			De terceiros			Próprias	De terceiros		
			Total	Privado	Público		Total	Privado	Público
1998-2000	De 10 a 29	97,3	2,7	1,0	1,6	45,8	54,2	48,4	5,9
	De 30 a 49	98,5	1,5	0,7	0,8	67,0	33,0	21,0	12,0
	De 50 a 99	97,6	2,4	0,9	1,5	56,4	43,6	26,8	16,8
	De 100 a 249	95,0	5,0	4,1	0,9	46,7	53,3	40,4	12,8
	De 250 a 499	95,9	4,1	1,7	2,4	67,9	32,1	16,1	16,1
	Com 500 e mais	85,6	14,4	4,3	10,1	72,4	27,6	9,8	17,8
	Total	88,1	11,9	3,8	8,1	65,3	34,7	18,8	15,9
2001-2003	De 10 a 29	92,9	7,1	6,4	0,7	73,4	26,6	16,3	10,3
	De 30 a 49	97,0	3,0	-	2,6	67,5	32,5	15,1	17,4
	De 50 a 99	97,9	2,1	1,2	0,8	70,9	28,8	12,2	16,6
	De 100 a 249	91,4	8,6	2,0	6,6	66,4	33,6	20,7	12,9
	De 250 a 499	95,5	4,5	-	4,4	79,9	20,3	7,1	13,2
	Com 500 e mais	89,0	11,0	6,1	5,0	81,6	18,4	5,2	13,3
	Total	89,9	10,1	5,3	4,7	78,3	21,7	8,4	13,4
2003-2005	De 10 a 29	92,6	7,4	6,4	1,0	83,9	16,1	8,5	7,6
	De 30 a 49	78,6	21,4	9,9	11,5	95,5	4,5	1,4	3,2
	De 50 a 99	96,6	3,4	1,0	2,4	71,0	29,0	20,7	8,2
	De 100 a 249	86,7	13,3	9,6	3,7	79,7	20,3	7,3	13,1
	De 250 a 499	78,0	22,0	7,4	14,6	80,2	19,8	6,6	13,3
	Com 500 e mais	89,6	10,4	3,1	7,3	81,7	18,3	9,2	9,1
	Total	88,6	11,4	4,1	7,4	80,6	19,4	10,5	8,9
2006-2008	De 10 a 29	81,7	18,3	6,6	11,7	72,1	27,9	8,8	19,0
	De 30 a 49	55,9	44,1	10,0	34,1	49,9	50,1	26,1	24,0
	De 50 a 99	84,8	15,2	8,5	6,7	71,0	29,0	12,3	16,7
	De 100 a 249	73,2	26,8	4,4	22,4	75,2	24,8	7,4	17,4
	De 250 a 499	49,9	50,1	45,2	4,9	61,3	38,7	23,4	15,2
	Com 500 e mais	78,2	21,8	1,1	20,7	81,2	18,8	3,2	15,6
	Total	76,3	23,7	4,3	19,4	74,9	25,1	8,6	16,5
2009-2011	De 10 a 29	88,3	11,7	0,7	11,0	77,5	22,5	4,4	18,1
	De 30 a 49	77,3	22,7	0,4	22,4	65,3	34,7	8,0	26,7
	De 50 a 99	90,7	9,3	1,3	8,0	69,5	30,5	13,0	17,5
	De 100 a 249	82,0	18,0	5,2	12,8	61,5	38,5	11,3	27,2
	De 250 a 499	86,0	14,0	3,8	10,2	60,5	39,5	3,9	35,6
	Com 500 e mais	87,4	12,6	1,9	10,7	90,1	9,9	1,9	8,0
	Total	87,0	13,0	2,1	10,9	78,5	21,5	4,6	17,0

Nota: Foram consideradas as empresas que implementaram produto e/ou processo novo ou substancialmente aprimorado. A partir da PINTEC do período de 2003-2005 passou-se a pesquisar a inovação no setor de serviços selecionados e a partir de 2011 nos setores de eletricidade e gás. A partir da PINTEC do período de 2009-2011 deixou-se de levantar informações referentes às fontes privadas de financiamentos das atividades de P&D, passando

a levantar informações referentes às fontes de financiamentos do exterior e de outras empresas brasileiras, incluindo empresas estatais e privadas, instituições de pesquisa, centros tecnológicos e universidades.

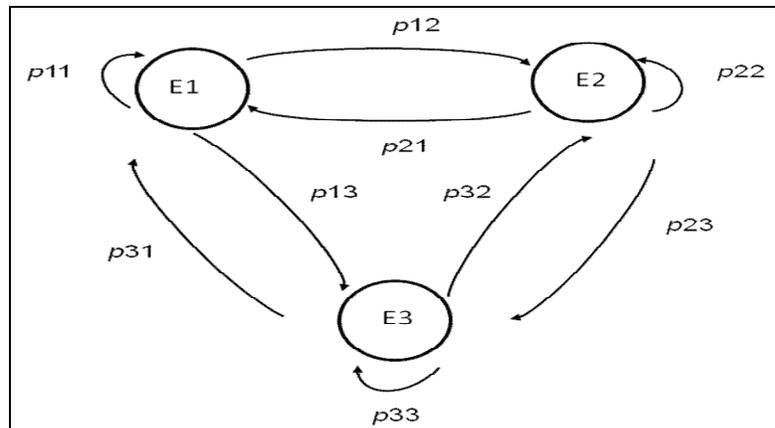
APÊNDICE I

Neste anexo estão descritas as propriedades das Cadeias de *Markov*.

Propriedade 1. Sejam $E_1, E_2, E_3, \dots, E_n$, os n estados possíveis de uma cadeia de Markov. A probabilidade de o sistema estar no estado E_j , se na observação imediatamente anterior estava no estado E_i , é denotada por p_{ij} , e é chamada probabilidade de transição do estado E_i para o estado E_j .

Na Figura 1 temos um diagrama de transição de três estados com as respectivas representações de probabilidades. Neste diagrama são visualizados os estados, representados por “círculos”; as transições, representadas por “arcos” e as probabilidades de transições representadas genericamente por “ p_{ij} ”. Ainda na Figura 1, podemos verificar que o sistema pode permanecer em um mesmo estado, sendo representado por um arco em torno do estado inicial, ou passar para um estado diferente do atual.

Figura 1. Diagrama de transição de três estados.



Fonte: Autora, 2017

Propriedade 2. A matriz das probabilidades de transição (M), ou simplesmente matriz de transição para um processo de *Markov* com n estados, é definida como sendo a matriz quadrada, em que $p_{ij} \in \mathbb{R}$, p_{ij} pertencendo ao intervalo $[0, 1]$, sendo $1 \leq i$.

$$M = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots & p_{1j} \\ p_{21} & p_{22} & \dots & p_{2j} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ p_{i1} & p_{i2} & \dots & p_{ij} \end{bmatrix}$$

Como a matriz M representa as probabilidades de mudança de estado de um evento, temos que:

$$p_{11} + p_{12} + \dots + p_{ij} = 1 \quad (\text{Equação 1})$$

As probabilidades são utilizadas para diminuir a incerteza na estimativa de uma mudança de estado de um sistema em análise. Assim, podemos descrever o estado possível de um sistema através de um vetor linha, em que x_1 é a probabilidade do sistema estar no estado inicial de observação, x_2 no estado seguinte a x_1 , e x_n corresponde ao n -ésimo estado de observação, conforme descrição a seguir:

$$\mathbf{x} = [x_1 + x_2 + \dots + x_n] \quad (\text{Equação 2})$$

Propriedade 3. Partindo da equação 2, tem-se que o vetor de estado de uma observação de uma Cadeia de *Markov* é definido como o vetor linha cuja i -ésima componente é a probabilidade do sistema estar, naquela observação, no n -ésimo estado.

Propriedade 4. Se M for a matriz de transição de uma cadeia de Markov e x_n for o vetor de estado na n -ésima observação, então:

$$\mathbf{x}_{n+1} = \mathbf{x}_n M \quad (\text{Equação 3})$$

Com base na *propriedade 4.4*, podemos concluir que:

$$\begin{aligned} \mathbf{x}_1 &= \mathbf{x}_0 M \\ \mathbf{x}_2 &= \mathbf{x}_1 M = \mathbf{x}_0 M^2 \\ \mathbf{x}_3 &= \mathbf{x}_2 M = \mathbf{x}_0 M^3 \end{aligned}$$

$$\begin{matrix} \cdot \\ \cdot \\ \cdot \end{matrix} \\ x_n = x_{n-1}M = x_0M^n \quad (\text{Equação 4})$$

Assim, o vetor de estado da n -ésima observação é determinado apenas pelo vetor de estado inicial x_0 e pela matriz de transição M .

Propriedade 5. – Dado dois estados i e j , o caminho de i para j é uma sequência de transições que começa em i e termina em j . Cada transição está associada a uma probabilidade de ocorrer.

Em termos estatísticos, esta definição implica que:

Se $i \rightarrow j$ (j é acessível por i) para algum $0 \leq n \leq \infty$, $P^n_{i,j} > 0$;

Se $j \rightarrow i$ (i é acessível por j) para algum $0 \leq n \leq \infty$, $P^n_{j,i} > 0$;

Se $i \leftrightarrow j$ (i e j são comunicáveis) para algum $0 \leq n \leq \infty$, e para algum $0 \leq m \leq \infty$, $P^n_{i,j} > 0$ e $P^m_{j,i} > 0$.

Estendendo as definições anteriores, temos que:

Se $i \rightarrow j$ (j não é acessível por i) para algum $0 \leq n \leq \infty$, $P^n_{i,j} = 0$;

Se $j \rightarrow i$ (i não é acessível por j) para algum $0 \leq n \leq \infty$, $P^n_{j,i} = 0$;

Se $i \leftrightarrow j$ (i e j não são comunicáveis) para todo $0 \leq n \leq \infty$, e para todo $0 \leq m \leq \infty$, $P^n_{i,j} = 0$ e $P^m_{j,i} = 0$.

Propriedade 6. – Dado um conjunto S de estados em uma Cadeia de *Markov*, o conjunto é considerado fechado se nenhum estado fora de S é alcançável por nenhum estado pertencente a S .

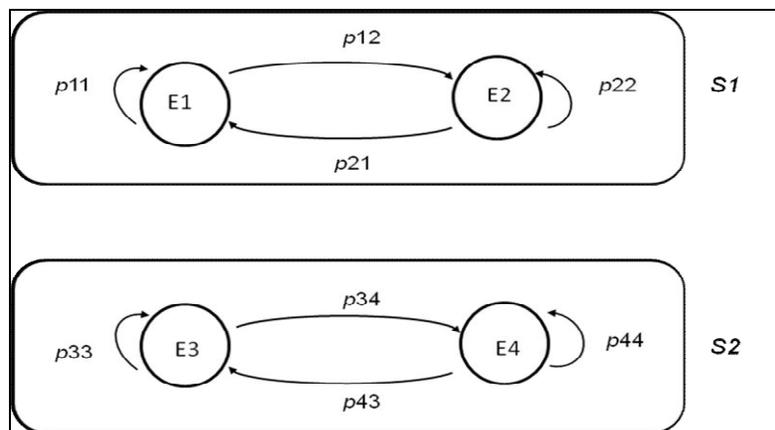
Para ilustrar, utiliza-se a matriz de transição M_1 e a representação gráfica da matriz de transição (Figura 2). É possível verificar nesta figura que os conjuntos de estados S_1 e S_2 não se comunicam. Cada um deles forma um conjunto fechado.

$$M_1 = \begin{pmatrix} p_{11} & p_{12} & 0 & 0 \\ p_{21} & p_{22} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & p_{33} & p_{34} \\ 0 & 0 & p_{43} & p_{44} \end{pmatrix}$$

Propriedade 7. – Dado um conjunto S de estados em uma Cadeia de *Markov*, um estado é dito recorrente se e somente se, partindo deste estado eventualmente retorna-se ao mesmo estado.

Verifica-se na Figura 2 o conjunto S_1 e o conjunto S_2 , separadamente, possuem estados recorrentes. No conjunto S_1 , partindo de E_1 pode-se alcançar E_2 e retornar a E_1 . Da mesma forma, partindo de E_3 pode-se percorrer o caminho $E_3 - E_4 - E_3$.

Figura 2. Diagrama de transição de dois conjuntos fechados e estados recorrentes de uma Cadeia de Markov.



Fonte: Autora, 2017

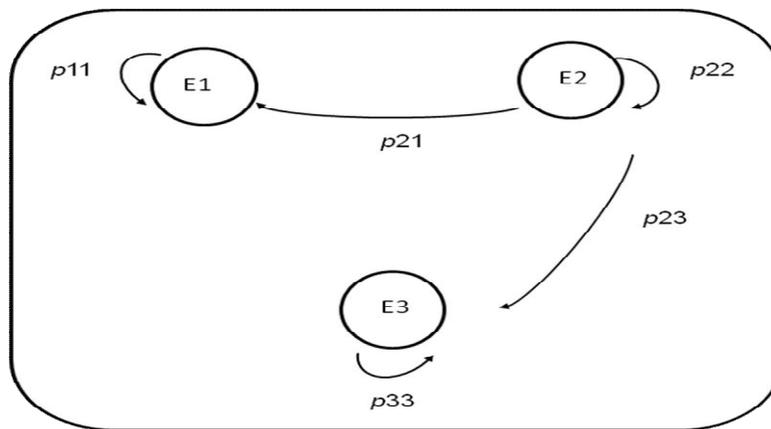
Propriedade 8. – Dado um conjunto S de estados em uma Cadeia de *Markov*, o estado de absorção é determinado pelo ponto ou nó que nunca deixa este estado. A matriz M_2 ilustra os estados da Figura 3, e nesta podemos verificar que os estados E_1 e E_3 são estados de absorção. Uma vez atingindo esses estados, não há como realizar uma nova transição.

$$M_2 = \begin{pmatrix} p_{11} & 0 & 0 \\ p_{21} & p_{22} & p_{23} \\ 0 & 0 & p_{33} \end{pmatrix}$$

Propriedade 9. – Dado um conjunto S de estados em uma Cadeia de *Markov*, um estado i é um estado de transição se existe um estado j que é alcançável a partir de i , mas o estado i não é alcançável por j . Assim, um estado i é um estado de transição se há um caminho para deixar o estado i que nunca retorna a esse estado.

No exemplo da Figura 3 o estado E_2 é de transição. Note que de E_2 pode-se alcançar os estados E_1 e E_3 , mas não se pode retornar para alcançar E_2 .

Figura 3. Diagrama de transição representando estados de absorção de uma Cadeia de Markov.



Fonte: Autora, 2017

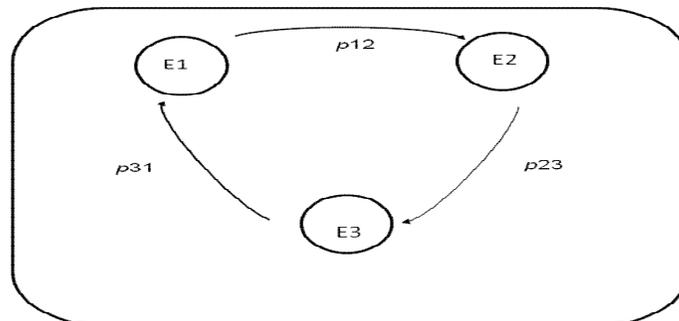
Propriedade 10. – Dado um conjunto S de estados em uma Cadeia de *Markov*, um estado i é dito periódico com $k > 1$, se k é o menor número de todos os caminhos que deixam i e retornam a i , sendo i múltiplo de k . Se um estado recorrente é não periódico ele é chamado de aperiódico. A matriz M_3 ilustra os estados periódicos da Figura 4, sempre retornamos a qualquer um dos estados em três passos, logo, $k = 3$.

$$M_3 = \begin{pmatrix} p_{12} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & p_{23} \\ p_{31} & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Na Figura 5 os estados E_2 e E_3 retornam ao mesmo estado em apenas um passo (com $K = 1$), logo esses são considerados aperiódicos. Ainda nesta figura, o estado E_1 possui dois caminhos para retornar a E_1 : $E_1 - E_2 - E_1$ e $E_1 - E_2 - E_2 - E_1$, sendo também aperiódico. A matriz M_4 representa as probabilidades de transição.

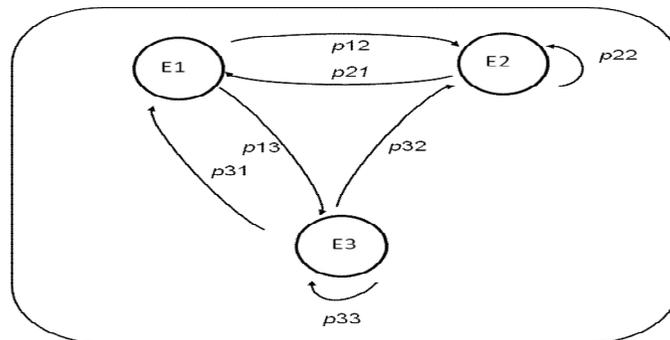
$$M_4 = \begin{pmatrix} 0 & p_{12} & p_{13} \\ p_{21} & p_{22} & 0 \\ p_{31} & p_{32} & p_{33} \end{pmatrix}$$

Figura 4. Diagrama de transição representando estado periódico de três passos de uma Cadeia de Markov.



Fonte: Autor, 2017

Figura 5. Diagrama de transição representando estados aperiódicos de uma Cadeia de Markov.



Fonte: Autora, 2017

Cadeia de Markov Ergódica

Se todos os estados em uma Cadeia de *Markov* são recorrentes, aperiódicos e comunicáveis, então a cadeia é chamada de Ergódica. Esta propriedade indica que após n passos tem-se um comportamento estacionário em uma Cadeia de *Markov*.

Teorema: Seja M a matriz de transição para uma Cadeia Ergódica com S estados. Então existe um vetor m de estado estacionário $\pi = [\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_s]$, onde π representa a probabilidade de estar no estado $1, 2, \dots, s$. Conforme n é suficientemente grande, poderemos representar a matriz de n passos por:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} (M)^n = \begin{bmatrix} \pi_1 & \pi_2 & \dots & \pi_s \\ \pi_1 & \pi_2 & \dots & \pi_s \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \pi_1 & \pi_2 & \dots & \pi_s \end{bmatrix} \quad (\text{Equação 5})$$

Para calcular-se algebricamente a probabilidade de após n passos a cadeia se encontra em um determinado estado, usa-se a equação 6. Esta equação nos retorna os valores de probabilidades de estados estacionários π_i .

$$\pi = \pi P \quad (\text{Equação 6})$$

Matematicamente para dois passos, utiliza-se a equação 6, tem-se o vetor $\pi_1 \ \pi_2$ multiplicado pela matriz de transição de um passo:

$$[\pi_1 \ \pi_2] = [\pi_1 \ \pi_2] \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} \\ p_{21} & p_{22} \end{bmatrix} \quad (\text{Equação 7})$$

O sistema da equação 7 é indeterminado e possui infinitas soluções. Para se obter uma única solução, admite-se que para $n \rightarrow \infty$, tem-se:

$$\pi_1 + \pi_2 + \pi_3 + \dots + \pi_s = 1 \quad (\text{Equação 8})$$

Substituindo a equação 8 por qualquer outra equação do sistema 7, as probabilidades de estado permanente podem ser obtidas.