

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS**  
**Programa de Pós-Graduação em Administração**

**Stephan Delgado Assis**

**INTERDEPENDÊNCIA ENTRE SUBSIDIÁRIAS ESTRANGEIRAS E**  
**ADAPTAÇÃO DE MULTINACIONAIS:**  
**simulações a partir do modelo NK**

**Belo Horizonte**

**2015**

**Stephan Delgado Assis**

**INTERDEPENDÊNCIA ENTRE SUBSIDIÁRIAS ESTRANGEIRAS E  
ADAPTAÇÃO DE MULTINACIONAIS:  
simulações a partir do modelo NK**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Administração.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Fernando Loureiro Rezende

Área de concentração: Gestão Estratégica das Organizações

**Belo Horizonte**

**2015**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

A848i Assis, Stephan Delgado  
Interdependência entre subsidiárias estrangeiras e adaptação de multinacionais: simulações a partir do modelo NK / Stephan Delgado Assis. Belo Horizonte, 2015.

109 f.: il.

Orientador: Sérgio Fernando Loureiro Rezende  
Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.  
Programa de Pós-Graduação em Administração.

1. Organização internacional. 2. Métodos de simulação. 3. Empresas subsidiárias. 4. Relações econômicas internacionais. 5. Ajustamento social. I. Rezende, Sérgio Fernando Loureiro. II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Administração. III. Título.

SIB PUC MINAS

CDU: 327

**Stephan Delgado Assis**

**INTERDEPENDÊNCIA ENTRE SUBSIDIÁRIAS ESTRANGEIRAS E  
ADAPTAÇÃO DE MULTINACIONAIS:  
simulações a partir do modelo NK**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Administração.

---

Prof. Dr. Sérgio Fernando Loureiro Rezende – PUC Minas (Orientador)

---

Prof. Dr. Rodrigo Baroni de Carvalho – PUC Minas (Banca Examinadora)

---

Prof. Dr. Álvaro Bruno Cyrino – FGV/EBAPE (Banca Examinadora)

**Belo Horizonte, 22 de fevereiro de 2016.**

*À minha família por todo apoio e incentivo,  
em especial aos meus pais, eternas  
fontes de inspiração.*

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Sérgio Fernando Loureiro Rezende, sempre de prontidão, paciente e incansável em seu dom de disseminar o conhecimento de forma tão simples e relevante, agradeço pela amizade e compreensão.

À Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Liliane de Oliveira Guimarães por todo o apoio em minhas decisões e compreensão nas mudanças de rumo.

Aos Profs. Dr. Rodrigo Baroni de Carvalho e Dr. Vander Luiz Aguiar pelo tempo despendido e pelo suporte na realização dessa pesquisa.

Ao Programa de Pós-Graduação em Administração da PUC Minas, em nome de todos os professores, e a CAPES por possibilitarem a realização deste sonho.

Aos colegas do mestrado, pelos momentos de estudo e por partilharem suas experiências.

Aos amigos, pelos momentos de lazer, pelas inúmeras faltas e por me fazerem compreender o real significado da palavra amizade.

À Bruna, meu amor, essencial em minha vida. Agradeço pela singular paciência, pelos infundáveis apoio e incentivo, por colorir e dar maior significado em minha vida e por partilhar sonhos.

Por fim, agradeço profundamente a minha família.

À minha irmã Daphne, por permitir enxergar beleza na natureza e em suas variadas formas, por mostrar que a felicidade está na simplicidade das pequenas coisas e por me ajudar a ancorar os pés no chão.

Ao meu irmão Leland, exemplo de dedicação e caráter, pelos conselhos e por me encorajar a aspirar voos maiores.

Ao meu pai, pelos ensinamentos, por moldar meus valores, pelos exemplos de dignidade e humildade, minha égide.

E à minha mãe, por tudo. Pelo exemplo de determinação, força e garra, por acreditar e me fazer acreditar em mim mesmo e em um mundo melhor. Obrigado por me provar de todas as formas que o amor incondicional existe!

E a Deus, pelo dom da vida!

## RESUMO

Ao interpretar uma multinacional como um sistema adaptativo complexo e a consequente interação com diversos agentes, esse trabalho possibilita estudar a relação entre a interdependência entre subsidiárias estrangeiras e a adaptação da multinacional ao longo do tempo. Para tanto, utiliza-se o método de simulação através do modelo NK que permite a modelagem dos elementos do sistema e suas interações. Tal modelo é constituído por um algoritmo computacional para criar um espaço de busca combinatória em função do grau de interdependência das subsidiárias em uma paisagem de desempenho da multinacional. Os resultados indicam que a interdependência entre subsidiárias estrangeiras influencia na adaptação da multinacional, dependendo do seu tamanho e do tempo. Para uma multinacional com “poucas” afiliadas, um “baixo” grau de interdependência entre suas subsidiárias ao longo do tempo está associado a uma melhor adaptação. Por outro lado, uma multinacional com grande experiência internacional varia o grau de interdependência ao longo do tempo em busca de melhores adaptações, porém sem um padrão definido.

**Palavras-chave:** Interdependência. Subsidiária. Adaptação. Multinacional. Modelo NK. Simulação.

## ABSTRACT

By interpreting a multinational corporation as a complex adaptive system, and considering implying interactions across different agents, this research aims to analyze the relationship between the interdependence of foreign subsidiaries and the adaptation of multinational corporations over time. A simulation method based on the NK model, was used since it considers the system elements and their interactions. This model consists of a computational algorithm to create a combinatorial search space depending on the degree of interdependence of the foreign subsidiaries in a multinational corporation performance landscape. The results indicate that the interdependence between foreign subsidiaries influences the adaptation of the multinational corporation, depending on firm size and timing. For a multinational with "few" affiliates, a "low" degree of interdependence of its foreign subsidiaries is positively associated with adaptation over time. On the other hand, the degree of interdependence of foreign subsidiaries of a more experienced multinational varies over time in search of the best adaptation.

**Keywords:** Interdependence. Subsidiary. Adaptation. Multinational. NK model. Simulation.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Relação da interdependência entre subsidiárias e adaptação da multinacional...	31
FIGURA 2 - Possíveis interdependências entre três subsidiárias.....	33
FIGURA 3 - Paisagens de adaptação suave e acidentada. ....	39
FIGURA 4 - Combinação de contribuição de adaptação aleatória. ....	41
FIGURA 5 - Paisagem de adaptação para $N = 6$ , $K = 0$ , $T = 9$ (a) e $T = 49$ (b). ....	50
FIGURA 6 - Paisagem de adaptação para $N = 6$ , $K = 0$ , $T = 100$ (a) e $T = 196$ (b). ....	51
FIGURA 7 - Paisagem de adaptação para $N = 6$ , $K = 1$ , $T = 9$ (a) e $T = 49$ (b). ....	52
FIGURA 8 - Paisagem de adaptação para $N = 6$ , $K = 1$ , $T = 100$ (a) e $T = 196$ (b). ....	53
FIGURA 9 - Paisagem de adaptação para $N = 6$ , $K = 2$ , $T = 9$ (a) e $T = 49$ (b). ....	54
FIGURA 10 - Paisagem de adaptação para $N = 6$ , $K = 2$ , $T = 100$ (a) e $T = 196$ (b). ....	55
FIGURA 11 - Paisagem de adaptação para $N = 6$ , $K = 3$ , $T = 9$ (a) e $T = 49$ (b). ....	57
FIGURA 12 - Paisagem de adaptação para $N = 6$ , $K = 3$ , $T = 100$ (a) e $T = 196$ (b). ....	58
FIGURA 13 - Paisagem de adaptação para $N = 6$ , $K = 4$ , $T = 9$ (a) e $T = 49$ (b). ....	59
FIGURA 14 - Paisagem de adaptação para $N = 6$ , $K = 4$ , $T = 100$ (a) e $T = 196$ (b). ....	60
FIGURA 15 - Paisagem de adaptação para $N = 6$ , $K = 5$ , $T = 9$ (a) e $T = 49$ (b). ....	61
FIGURA 16 - Paisagem de adaptação para $N = 6$ , $K = 5$ , $T = 100$ (a) e $T = 196$ (b). ....	62
FIGURA 17 - Paisagem de adaptação para $N = 58$ , $K = 0$ , $T = 9$ (a) e $T = 49$ (b). ....	71
FIGURA 18 - Paisagem de adaptação para $N = 58$ , $K = 0$ , $T = 100$ (a) e $T = 196$ (b). ....	72
FIGURA 19 - Paisagem de adaptação para $N = 58$ , $K = 5$ , $T = 9$ (a) e $T = 49$ (b). ....	74
FIGURA 20 - Paisagem de adaptação para $N = 58$ , $K = 5$ , $T = 100$ (a) e $T = 196$ (b). ....	74
FIGURA 21 - Paisagem de adaptação para $N = 58$ , $K = 14$ , $T = 9$ (a) e $T = 49$ (b). ....	76
FIGURA 22 - Paisagem de adaptação para $N = 58$ , $K = 14$ , $T = 100$ (a) e $T = 196$ (b). ....	76
FIGURA 23 - Paisagem de adaptação para $N = 58$ , $K = 28$ , $T = 9$ (a) e $T = 49$ (b). ....	78
FIGURA 24 - Paisagem de adaptação para $N = 58$ , $K = 28$ , $T = 100$ (a) e $T = 196$ (b). ....	78

FIGURA 25 - Paisagem de adaptação para $N = 58$ , $K = 43$ , $T = 9$ (a) e $T = 49$ (b). .....	80
FIGURA 26 - Paisagem de adaptação para $N = 58$ , $K = 43$ , $T = 100$ (a) e $T = 196$ (b). .....	80
FIGURA 27 - Paisagem de adaptação para $N = 58$ , $K = 57$ , $T = 9$ (a) e $T = 49$ (b). .....	82
FIGURA 28 - Paisagem de adaptação para $N = 58$ , $K = 57$ , $T = 100$ (a) e $T = 196$ (b). .....	83

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Análise de cada paisagem para $K=0$ ao longo do tempo.....	51
TABELA 2 - Análise de cada paisagem para $K=1$ ao longo do tempo.....	53
TABELA 3 - Análise de cada paisagem para $K=2$ ao longo do tempo.....	55
TABELA 4 - Análise de cada paisagem para $K=3$ ao longo do tempo.....	58
TABELA 5 - Análise de cada paisagem para $K=4$ ao longo do tempo.....	60
TABELA 6 - Análise de cada paisagem para $K=5$ ao longo do tempo.....	62
TABELA 7 - Comparativo entre as paisagens para $N = 6$ em $T = 9$ .....	63
TABELA 8 - Análise entre as paisagens para $N=6$ em $T=9$ .....	64
TABELA 9 - Comparativo entre as paisagens para $N = 6$ em $T = 49$ .....	65
TABELA 10 - Análise entre as paisagens para $N=6$ em $T=49$ .....	66
TABELA 11 - Comparativo entre as paisagens para $N = 6$ e $T = 100$ .....	66
TABELA 12 - Análise entre as paisagens para $N=6$ em $T=100$ .....	68
TABELA 13 - Comparativo entre as paisagens para $N = 6$ em $T = 196$ .....	69
TABELA 14 - Análise entre as paisagens para $N=6$ em $T=196$ .....	70
TABELA 15 - Análise de cada paisagem para $K=0$ ao longo do tempo.....	73
TABELA 16 - Análise de cada paisagem para $K=5$ ao longo do tempo.....	75
TABELA 17 - Análise de cada paisagem para $K=14$ ao longo do tempo.....	77
TABELA 18 - Análise de cada paisagem para $K=28$ ao longo do tempo.....	79
TABELA 19 - Análise de cada paisagem para $K=43$ ao longo do tempo.....	81
TABELA 20 - Análise de cada paisagem para $K=57$ ao longo do tempo.....	83
TABELA 21 - Comparativo entre as paisagens para $K = 58$ em $T = 9$ .....	84
TABELA 22 - Análise entre as paisagens para $N=58$ em $T=9$ .....	85
TABELA 23 - Comparativo entre as paisagens para $K = 58$ em $T = 49$ .....	85
TABELA 24 - Análise entre as paisagens para $N=58$ em $T=49$ .....	86

TABELA 25 - Comparativo entre as paisagens para $K = 58$ e $T = 100$ .....	87
TABELA 26 - Análise entre as paisagens para $N=58$ e $T=100$ .....	88
TABELA 27 - Comparativo entre as paisagens para $K = 58$ e $T = 196$ .....	88
TABELA 28 - Análise entre as paisagens para $N=58$ e $T=196$ .....	89
TABELA 29 - Comparativo entre as paisagens para $N = 6$ e $N = 58$ ( $T = 9$ ).....	91
TABELA 30 - Comparativo entre as paisagens para $N = 6$ e $N = 58$ ( $T = 49$ ).....	91
TABELA 31 - Comparativo entre as paisagens para $N = 6$ e $N = 58$ ( $T = 100$ ).....	92
TABELA 32 - Comparativo entre as paisagens para $N = 6$ e $N = 58$ ( $T = 196$ ).....	93

## **LISTA DE SIGLAS**

ESPM – Escola Superior de Propaganda e Marketing

IC – Intervalo de Confiança

M6 – Multinacional com Seis Subsidiárias Estrangeiras

M58 – Multinacional com 58 Subsidiárias Estrangeiras

MG – Mínimo Global

NºMG – Número de Mínimos Globais

NºOG – Número de Ótimos Globais

OG – Ótimo Global

P&D – Pesquisa e Desenvolvimento

SAC – Sistema Adaptativo Complexo

UNCTAD – United Nations Conference on Trade and Development

**Fonte: Próprio autor.**

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>15</b>
1.1	Considerações iniciais	15
1.2	Contextualização e justificativas	15
1.3	Estrutura da dissertação	19
<b>2</b>	<b>Referencial Teórico</b>	<b>21</b>
2.1	Considerações iniciais	21
2.2	Sistemas Adaptativos Complexos	21
2.3	Multinacional como SAC	25
2.4	Interdependência entre subsidiárias	28
2.5	Quadro teórico	31
<b>3</b>	<b>Metodologia</b>	<b>35</b>
3.1	Considerações Iniciais	35
3.2	Método	35
3.3	Modelo NK	36
3.4	Simulação	43
<b>4</b>	<b>Análise de Resultados</b>	<b>49</b>
4.1	Multinacional com Seis Subsidiárias Estrangeiras (M6)	49
4.1.1	$K = 0$	49
4.1.2	$K = 1$	52
4.1.3	$K = 2$	54
4.1.4	$K = 3$	56
4.1.5	$K = 4$	59
4.1.6	$K = 5$	61
4.1.7	<i>Análise comparativa entre os valores de <math>K = \{0, 1, 2, 3, 4, 5\}</math></i>	63
4.2	Multinacional com 58 Subsidiárias Estrangeiras: M58	71
4.2.1	$K = 0$	71
4.2.2	$K = 5$	73
4.2.3	$K = 14$	75
4.2.4	$K = 28$	77
4.2.5	$K = 43$	79
4.2.6	$K = 57$	81
4.2.7	<i>Análise comparativa entre os valores de <math>K = \{0, 5, 14, 28, 43, 57\}</math></i>	84
4.3	Análise Comparativa entre o caso brasileiro (N=6) e o caso europeu (N=58)	90
4.3.1	$T = 9$	90
4.3.2	$T = 49$	91
4.3.3	$T = 100$	92

<b>4.3.4</b>	<b><i>T = 196</i></b> .....	<b>92</b>
<b>5</b>	<b>Conclusão</b> .....	<b>95</b>
<b>5.1</b>	<b>Considerações iniciais</b> .....	<b>95</b>
<b>5.2</b>	<b>Principais resultados</b> .....	<b>95</b>
<b>5.3</b>	<b>Revisitando a questão de pesquisa</b> .....	<b>99</b>
<b>5.4</b>	<b>Contribuições, limitações e pesquisas futuras</b> .....	<b>99</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>101</b>



# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Considerações iniciais

Este capítulo está dividido em duas seções. Na primeira, é feita a contextualização e são apresentadas as justificativas do presente trabalho. Em seguida, discorre-se brevemente sobre a metodologia e os resultados de pesquisa. Na segunda seção é apresentada a estrutura da dissertação.

## 1.2 Contextualização e justificativas

A importância dos negócios internacionais na economia global cresceu exponencialmente, principalmente no período pós Segunda Guerra Mundial (UNCTAD, 2008). Como parte deste processo, desde 1970, vários países passaram a abrigar inúmeras multinacionais, começando pelo Japão, Estados Unidos e países da Europa (Aharoni & Brock, 2010). Esse processo se expandiu ainda mais no início do século XXI com multinacionais oriundas de mercados considerados emergentes, especialmente China e Índia ou então com multinacionais iniciando e ou expandido suas operações em tais mercados (Aharoni & Brock, 2010).

Como resultado, a literatura sobre negócios internacionais se desenvolveu e houve mudanças na unidade de análise (Rugman, Verbeke & Nguyen, 2011). Inicialmente, o foco era sobre as vantagens específicas do país, como, por exemplo, o Ciclo de Vida do Produto de Vernon (1966), que apontava que os Estados Unidos possuíam vantagens específicas relacionadas à tecnologia, que estavam refletidas nas multinacionais norte-americanas.

Em seguida, o foco mudou para a multinacional e as vantagens específicas da matriz. Aqui, a matriz é vista como responsável pelo planejamento estratégico, exerce o controle sobre as subsidiárias, além de ser a única fonte de recursos e de vantagens competitivas da multinacional (Chandler, 1991). Neste sentido, Buckley e Casson (1976) buscaram explicar como a multinacional poderia reduzir os custos de transação por meio da internalização de atividades.

Por fim, a multinacional começou a ser analisada como uma rede de relacionamentos interorganizacionais (Ghoshal e Bartlett, 1990), e a unidade de análise passou a ser a subsidiária (Rugman *et al.*, 2011). Vários pesquisadores como Hedlund (1986) e Ghoshal e Bartlett (1990)

desafiaram a visão clássica da estrutura hierárquica de multinacional para uma coordenação mais descentralizada, denominada Heterarquia. Embasados nessa concepção, diversos estudos têm mostrado que as subsidiárias são importantes fontes de recursos estratégicos e, como resultado, podem assumir diversos papéis na multinacional (ver, por exemplo, Birkinshaw, 1996; Gupta & Govindarajan, 1991). No caso dessa dissertação, essa concepção permitiu estabelecer uma ligação entre a multinacional e os sistemas complexos (Anderson, 1999), sendo essa associação considerada chave.

Os elementos comuns nas definições para descrever sistemas complexos são a não-linearidade e a emergência (Cowan, David & David, 1994). Os sistemas complexos consistem de vários elementos em constante interação, sendo que o comportamento individual de determinados elementos pode mudar dependendo do comportamento de outros elementos. Por conseguinte, o comportamento global do sistema não pode ser previsto ou mesmo compreendido com base no conhecimento dos elementos individuais ou do comportamento do sistema em um ponto particular do tempo. Um tipo particular de sistema complexo é o que Holland (1995) denomina Sistema Adaptativo Complexo (SAC). O SAC é um sistema complexo que contém agentes adaptativos, em rede, de modo que o ambiente de cada agente adaptativo inclui outros agentes do sistema (Holland & Miller, 1991).

Nessa dissertação, sugere-se que uma multinacional possa ser entendida a partir das características de um SAC estabelecidas por Anderson (1999). Por exemplo, ela possui agentes com esquema e, portanto, a subsidiária (agente com esquema) pode exercer uma influência crítica na multinacional (Hedlund, 1986). A multinacional também pode ser concebida como uma rede auto organizável (Birkinshaw, 1994) o que faz com que as ações de uma subsidiária dependam não unicamente da matriz, mas também das ações de outras subsidiárias (O'Donnell, 2000). Madhok e Liu (2006) sugerem ainda que a multinacional possa coevoluir à beira do caos, de modo que o desempenho das outras subsidiárias influencia o desempenho de cada subsidiária. E, por fim, é proposto que as subsidiárias da multinacional recombina-se e evoluem com o tempo (Nachum & Song, 2011), isto é, as subsidiárias podem acrescentar novas atividades ou mesmo excluir alguma atividade de sua cadeia de valor à medida que elas iniciam, desenvolvem ou até mesmo encerram relacionamentos entre si. Em comum, essas quatro características destacam a ideia da interdependência entre subsidiárias de uma multinacional (O'Donnell, 2000).

De maneira geral, pode-se dizer que a interdependência entre subsidiárias da multinacional tem origem no desenvolvimento e acúmulo de recursos e ou capacidades

especializadas ao longo do tempo que as permitem assumir distintos papéis e, portanto, exercer influência na multinacional como um todo (Birkinshaw, 1997, 1996; Hedlund, 1986; Prahalad & Doz, 1981). Esses recursos e capacidades também podem ser trocados e ou desenvolvidos entre elas, melhorando efetivamente a adaptação da multinacional (Nachum & Song, 2011).

A despeito dessa importância, a literatura sobre negócios internacionais tem estudado muito pouco a interdependência entre subsidiárias do ponto de vista dinâmico (Welch & Paavilainen-Mäntymäki, 2014), ou seja, a interdependência entre subsidiárias ao longo do tempo, de modo que seja possível estudar alterações nos atributos dessa interdependência temporalmente. Acredita-se que tal escassez de estudos se deve ao fato de que a grande maioria das pesquisas enfatiza a interdependência entre subsidiárias de maneira estática (O'Donnell, 2000) por meio da adoção de estudos transversais (Nachum & Song, 2011). Assim, sugerimos que exista uma lacuna na literatura sobre o estudo longitudinal da interdependência entre subsidiárias e como essa interdependência afeta a adaptação da multinacional.

Diversos autores sugerem pesquisas futuras nesse sentido. Nachum e Song (2011) propõem o estudo da interação e interdependência entre subsidiárias de uma multinacional. Welch e Paavilainen-Mäntymäki (2014) sugerem o estudo de abordagens coevolucionárias aplicadas à multinacional, as quais relacionam as interdependências entre subsidiárias ao longo do tempo. Além disso, Shaver (2013) alvitra que escolhas de evolução da multinacional sejam interdependentes, uma vez que os fatores que afetam essas escolhas dependem das capacidades internas da multinacional e de seus ambientes externos (Aldrich & Auster, 1986; Fichman & Levinthal, 1991; Scott & Meyer, 1983; Shepherd, Douglas, & Shanley, 2000). Finalmente, McAuley (2010) aponta que a dimensão temporal no estudo de negócios internacionais tem sido bastante negligenciada.

Nesse ponto é importante reiterar que a interdependência entre subsidiárias de multinacionais mostra que a constante interação entre os elementos de um sistema muda e reorganiza sua estrutura (Nachum & Song, 2011), o que torna, por um lado, seu comportamento de difícil entendimento e extremamente complicado de modelar com técnicas convencionais de modelagem analítica e estatística (Davis, Eisenhardt, & Bingham, 2007). Isso quer dizer que técnicas convencionais são inadequadas face a não linearidade e emergência dos sistemas complexos (Welch & Paavilainen-Mäntymäki, 2014). Por outro lado, os sistemas complexos oferecem novas técnicas de modelagem baseadas em computação que simulam determinado comportamento do sistema ao longo do tempo (Welch & Paavilainen-Mäntymäki, 2014). Assim, eles permitem a modelagem dos elementos do sistema e suas interações, bem como a

oportunidade de traçar a emergência do comportamento agregado conforme os elementos individuais modificam seu próprio comportamento ao longo do tempo (Davis *et al.*, 2007).

Nesse contexto, tem-se o modelo NK desenvolvido por Kauffman (1993), originalmente concebido para o estudo sobre a evolução genética. Tal modelo explora os efeitos de características locais sobre a estrutura da paisagem de adaptação e a interdependência entre os genes de um genótipo, e vem sendo utilizado em vários estudos em Administração (Davis *et al.*, 2007). Em linhas gerais, o modelo é constituído por um algoritmo computacional para criar um espaço de busca combinatória em uma paisagem de desempenho (Safarzyńska & van den Bergh, 2010), e é capaz de expressar uma grande variedade de interdependência entre elementos.

Essa dissertação utiliza esta nova abordagem para o estudo da interdependência entre subsidiárias de multinacionais ao longo do tempo e tem como base o modelo NK de Kauffman (1993). Portanto, ela foi construída para responder a seguinte questão de pesquisa: como a interdependência entre subsidiárias estrangeiras está relacionada à adaptação da multinacional? O objetivo deste trabalho é, portanto, examinar a relação entre interdependência de subsidiárias estrangeiras e adaptação da multinacional. Cabe salientar que, na revisão de literatura, apenas um estudo sobre o modelo NK em multinacionais foi encontrado, o de Celo, Nebus e Wang (2015), o qual investiga a relação entre três estruturas organizacionais (produto, regional ou matriz) e o desempenho da multinacional.

Para responder à pergunta, efetuamos duas simulações. Na primeira simulação tomamos como ponto de partida a média de subsidiárias estrangeiras de uma multinacional com “poucas” afiliadas (seis), o que, a nosso ver, pode ilustrar o caso das multinacionais brasileiras (Dias, 2012). Já na segunda simulação, adotamos a média de subsidiárias de uma multinacional com um maior número de afiliadas: 58. Inspirado no número médio de subsidiárias estrangeiras de multinacionais que operam em doze regiões europeias (Altomonte, Saggiorato e Sforza, 2012), tal caso se configura como uma multinacional com maior experiência internacional<sup>1</sup>. Em ambos os casos estudou-se, longitudinalmente, como a interdependência entre as subsidiárias está relacionada à adaptação da multinacional.

Os principais resultados alcançados indicam que um grau de interdependência “muito baixo” ou “médio” para uma multinacional com seis subsidiárias está associado a uma melhor adaptação à medida que o tempo passa. Do outro lado, o grau de interdependência entre

---

<sup>1</sup> Assumimos que a experiência internacional está correlacionada positivamente com o número de subsidiárias estrangeiras (Nachum & Song, 2011).

subsidiárias estrangeiras de uma multinacional com 58 subsidiárias parece não influenciar em sua adaptação, isto é, não há um padrão associando o grau de interdependência com a adaptação dessa multinacional ao longo do tempo.

### **1.3 Estrutura da dissertação**

Para além desta introdução, no próximo capítulo, capítulo 2, descreve-se as abordagens teóricas sobre Sistemas Adaptativos Complexos (SAC) e sobre multinacionais como rede, apresentando as características de cada uma delas. Adiante, faz-se a associação entre essas duas abordagens, sugerindo que uma multinacional em rede possa ser entendida como um SAC. Nessa concepção, propõe-se que as subsidiárias dessa multinacional se relacionam umas com as outras, tornando-se interdependentes e importantes fontes de recursos estratégicos para o desempenho da multinacional. No final desse capítulo introduz-se o quadro teórico dessa dissertação, associando a interdependência entre subsidiárias e a adaptação da multinacional.

No capítulo 3, descreve-se a metodologia de pesquisa dessa dissertação. Primeiramente, apresenta-se o método de pesquisa: simulação utilizando *softwares* computacionais (Davis *et al.*, 2007). Em seguida, é apresentado o modelo utilizado na simulação: o modelo NK de Kauffman (1993), desenvolvido para sistemas complexos. Para melhor compreender tal modelo, no início deste capítulo, explana-se sobre as paisagens de adaptação de Wright (1932) como base para o modelo NK de Kauffman (1993). Em seguida, apresenta-se o modelo original, com origem nos estudos de Genética, bem como sua adaptação à Administração. Ao final do capítulo, indicam-se os parâmetros utilizados no algoritmo para se fazer a simulação, bem como os testes estatísticos utilizados para assegurar a validação dos resultados. O capítulo 4 apresenta os resultados desta pesquisa. Dois casos extremos foram simulados (Eisenhardt, 1989): uma multinacional representada por seis afiliadas e uma multinacional com cinquenta e oito subsidiárias. Para cada um desses casos, avaliou-se como o grau de interdependência entre as subsidiárias afeta a adaptação da multinacional como um todo ao longo do tempo. Ao final do capítulo, comparam-se estes dois casos. Por fim, o capítulo 5 apresenta as conclusões de pesquisa, as limitações e sugestões de pesquisas futuras.



## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Considerações iniciais**

Este referencial teórico é estruturado da seguinte forma. Inicialmente, na seção 2.2, é feita uma revisão sobre sistemas complexos e sistemas adaptativos complexos. Na seção 2.3 interpretamos algumas características da multinacional como um sistema adaptativo complexo para discutirmos sobre a interdependência entre as suas subsidiárias na seção 2.4. Na próxima seção, 2.5, introduzimos o quadro teórico da dissertação por meio do qual associamos a interdependência entre subsidiárias e a adaptação da multinacional.

### **2.2 Sistemas Adaptativos Complexos**

Ainda não existe uma definição consensual sobre sistemas complexos na literatura (Lichtenstein, 2000). A definição pode variar de pesquisador para pesquisador, dependendo do enfoque da pesquisa. Por exemplo, Fontana e Ballati (1999) definem um sistema complexo como uma organização feita de várias partes heterogêneas que interagem localmente na ausência de um ator e controle centrais. Já Parrish e Edelstein-Keshet (1999) os conceituam como grandes populações de unidades que podem se auto organizar de maneira a gerar padrão. Por exemplo, durante o processo de formação do corpo humano, algumas células formam o coração, outras os ossos, e assim por diante. Assim, por meio de um determinado padrão, à medida que as células se comunicam, elas formam as estruturas do corpo.

Para Warren, Franklin e Streeter (1998), os sistemas complexos possuem duas características: (a) são dinâmicos e não lineares; e (b) possuem um estado imprevisível, denominado “caos determinístico” (Modis, 1992). Quanto à primeira característica, entende-se que um sistema dinâmico muda ao longo do tempo (Devaney, 1992), ou seja, o sistema pode alterar seus atributos temporalmente tanto por meio da interação entre seus componentes, quanto em função do ambiente no qual faz parte. Ademais, o fato de ser não linear quer dizer que não é possível prever seu comportamento a partir de um determinado momento (Burgelman & Grove, 2007). Assim, mesmo considerando que sistemas complexos exibem uma grande dependência histórica (Cohen, 1999), não é possível estudá-los a fim de prever comportamentos futuros. Cabe ainda ressaltar que em sistemas dinâmicos estudar partes menores isoladamente não é suficiente para entender o comportamento de todo o sistema (Simon, 1962, 1996).

O comportamento caótico determinístico, segunda característica dos sistemas complexos, indica que não é apenas caos, desordem e instabilidade que fazem parte destes sistemas (Warren, Franklin & Streeter, 1998). Pelo contrário, apesar de esse comportamento nunca se repetir com precisão, ele permanece dentro de uma determinada gama de possibilidades. Dito de outra maneira, o comportamento caótico determinístico é imprevisível, porém permanece dentro da fronteira de limitação de recursos do sistema (Modis, 1992).

Lewin (1992) e Kauffman (1993) afirmam que os sistemas complexos também apresentam um grau de ordem e suscetibilidade ao caos. Por um lado, um sistema ordenado possui certo grau de coordenação, o que exclui o fator mudança, tornando difícil a emergência de alguma inovação. Por outro lado, um sistema caracterizado pelo caos determinístico é extremamente desorganizado e não possui a ordem necessária para dar origem a um sistema complexo. Eles descrevem a situação entre ordem e desordem como "à beira do caos". Assim, sistemas complexos, tais como populações biológicas ou de firmas, podem surgir em uma região à beira de ordem e caos, nos quais podem manter a ordem necessária para sua evolução e continuidade e, simultaneamente, tirar proveito da dinâmica inerente a não linearidade, tais como mudança e imprevisibilidade (Waldrop, 1992).

Morel e Ramanujam (1999) destacam outras duas características comumente associadas a sistemas complexos: (a) "grande" número de elementos interagindo; e (b) propriedades emergentes. A primeira característica indica que "muitos" elementos interagem entre si, cujas interações são associadas com mecanismos de *feedback* do sistema, isto é, as interações realimentam e definem novos caminhos para o sistema. Estes *feedbacks* podem ser tanto positivos quanto negativos (Gell-Mann, 1994). Além disso, tais interações introduzem a não linearidade em sua dinâmica, o que quer dizer que em um determinado momento não é possível prever o comportamento do resultado dessas interações no momento seguinte (May, 1976). A segunda característica sinaliza que os sistemas complexos exibem propriedades emergentes, ou seja, a configuração de determinado sistema é devida ao comportamento coletivo dos componentes desse sistema. Dessa forma, pode-se dizer que este sistema não é definido por relações hierárquicas entre seus elementos, de tal modo que a coordenação do sistema é "espontânea" (Holland, 1995).

A partir de tais características dos sistemas complexos, autores como Levinthal (1997), McKelvey (1999) e Frenken, (2000) têm se dedicado a entender a evolução destes sistemas no âmbito organizacional. Eles se concentram no modo em que as interações locais de agentes individuais dão origem a um sistema e ou no modo pelo qual essas interações locais atuam para

que o sistema possa evoluir (Warren, Franklin & Streeter, 1998). Como resultado destas pesquisas, Levinthal (1997), por exemplo, concluiu que firmas altamente acopladas tendem a falhar em ambientes de mudança. Frenken (2000) mostrou que uma inovação bem-sucedida depende de competências complementares dentro de redes transnacionais de inovação, compostas por produtores, usuários e órgãos governamentais.

Um tipo particular de sistema complexo é o que Holland (1995) denomina Sistema Adaptativo Complexo (SAC). O SAC é um sistema complexo que contém agentes adaptativos, em rede, de modo que o ambiente de cada agente adaptativo inclui outros agentes do sistema (Holland & Miller, 1991). Para Anderson (1999), quatro elementos podem caracterizar estes sistemas: (a) agentes com esquema; (b) redes auto organizáveis; (c) coevolução à beira do caos; e (d) recombinação e evolução de sistema.

Ao modelar o resultado de um nível particular de análise, supõe-se que esse resultado seja produzido por um sistema dinâmico constituído por agentes (Holland & Miller, 1991). O comportamento de cada agente é ditado por um esquema, uma estrutura cognitiva que determina a ação que o agente toma em um determinado tempo (Holland, 1995), dada a sua interação com outros agentes e a sua percepção do ambiente. Diferentes agentes podem ou não ter diferentes esquemas, e esquemas podem ou não evoluir ao longo do tempo (Anderson, 1999). Esta é primeira característica dos SACs.

Ainda sobre este ponto, Gell-Mann (1994) argumenta que os SACs codificam seus ambientes em vários esquemas que competem internamente entre si. Assim, eles podem ter vários esquemas competindo a qualquer momento. Isso acontece porque o SAC consegue reconhecer padrões e procura encontrar regularidades em sua experiência e compactá-las em esquemas. Daí, SACs desfrutam de vantagens que permitem os esquemas competirem e buscarem melhores resultados.

A segunda característica dos SACs, as redes auto organizáveis, indica que o comportamento de um determinado agente depende do comportamento de outros agentes do sistema, uma vez que os agentes estão ligados uns aos outros por *loops de feedback* (Anderson, 1999). Isso significa que cada agente age apenas sobre as informações locais, obtidas a partir dos agentes vizinhos aos quais está conectado (Forrester, 1968). Assim, nenhum agente individual dita sozinho o comportamento coletivo do sistema e, dessa forma, esses sistemas se auto organizam sem necessariamente a intervenção de um controlador central (Drazin & Sandelands 1992).

A terceira característica dos SACs é denominada coevolução à beira do caos. Mais especificamente, cada agente tenta aumentar o seu *payoff*<sup>2</sup> ou a função de adaptação ao longo do tempo para se adaptar ao ambiente (Holland & Miller, 1991). Como os agentes estão interconectados, o *payoff* de cada agente depende das escolhas feitas por outros agentes. Assim, a paisagem de adaptação de cada agente se modifica com o tempo e sinaliza seu comportamento com os resultados obtidos (Levinthal, 1997). Ao contrário do caos determinístico, onde pequenas mudanças de comportamento frequentemente causam grandes mudanças nos resultados (Warren, Franklin & Streeter, 1998), o equilíbrio resultante dessa coevolução é dinâmico, o que significa que pequenas mudanças de comportamento podem produzir qualquer tipo de mudança nos resultados, seja ela pequena, média ou grande (Morel & Ramanujam, 1999). Dessa forma, diz-se que o equilíbrio resultante está à beira do caos (Kauffman, 1993).

Para Kauffman (1995), os SACs evoluem à beira do caos porque este estado lhes dá uma vantagem seletiva. Por um lado, se pequenas mudanças no comportamento levam a pequenas mudanças coevolucionárias, o desempenho do sistema nunca pode melhorar muito. Por outro lado, se pequenas alterações no comportamento levam a grandes mudanças coevolucionárias, como ocorre em ambientes caóticos, os sistemas podem atingir grandes picos de adaptação, possibilitando assim, a vantagem seletiva.

Finalmente, a última característica dos SACs aqui abordada diz respeito à evolução ao longo do tempo através da entrada, saída, e transformação de agentes (Anderson, 1999). Isso significa que novos agentes podem surgir pela recombinação de elementos de agentes previamente bem-sucedidos. Além disso, as ligações entre os agentes podem evoluir ao longo do tempo, mudando o padrão de interconexões e a força de cada ligação. Dessa forma, um agente pode desfazer a ligação com agentes aos quais está conectado, e pode fazer novas ligações com agentes aos quais não possuía nenhuma ligação anteriormente. Ademais, essas ligações podem se tornar fracas ou fortes, dependendo da evolução dos agentes.

Os SACs representam uma nova maneira de simplificar o complexo, pois esquemas simples podem representar resultados complexos destes sistemas, os quais dependem da maneira pelo qual os agentes estão interconectados (Anderson, 1999). De maneira geral, estes esquemas mostram como tais resultados evoluem a partir dos esforços dos agentes para alcançar uma maior adaptação. Além disso, SACs podem evoluir quando são introduzidos novos agentes ou novos esquemas. Eles também podem ser gerados pela recombinação de elementos de

---

<sup>2</sup> É a recompensa obtida ao se fazer uma escolha em detrimento de outra.

agentes ou esquemas existentes ou podem ser retirados de um conjunto de agentes fora do sistema (Holland, 1995).

Esta pesquisa utiliza a visão de multinacional como uma rede de relacionamentos (Ghoshal & Bartlett, 1990) para, a partir das características de SACs discutidas aqui, interpretá-la como um SAC. Assim, na próxima seção, vamos fazer algumas associações entre as características da multinacional com as dos SACs. De maneira geral, sugere-se que a multinacional possui agentes com esquema, são redes auto organizáveis, coevoluem à beira do caos, e suas unidades recombina e evoluem com o tempo.

### **2.3 Multinacional como SAC**

As firmas são vistas como sistemas complexos por diversos pesquisadores (McKelvey, 1999). Por exemplo, Thompson (1967) descreve uma firma complexa como um conjunto de partes interdependentes que, juntas, compõem um todo que, por sua vez, é interdependente de algum ambiente maior. Por sua vez, Daft (1992) estabelece a complexidade de uma firma através de três dimensões. A complexidade vertical é o número de níveis hierárquicos. A complexidade horizontal é o número de departamentos ou áreas de uma firma e, por fim, a complexidade espacial é o número de localizações geográficas de uma firma. A multinacional, por exemplo, normalmente atende a essas três dimensões. Ela tende a possuir diversos níveis verticais e horizontais, bem como atividades de marketing e vendas, produção e ou pesquisas e desenvolvimento em mercados estrangeiros.

Surpreendentemente, a definição de multinacional na literatura de negócios internacionais ainda é controversa (Aharoni & Brock, 2010). Para Buckley e Casson (1976), por exemplo, uma multinacional é uma firma que possui e controla atividades em dois ou mais mercados estrangeiros. Dunning (1993), por sua vez, define uma multinacional como uma firma que coordena atividades geograficamente dispersas em mais de um mercado estrangeiro. Mais recentemente Teece (2014) define uma multinacional como uma firma que estabelece a estratégia e gerencia operações para o desenvolvimento e a utilização de ativos de geração de renda em mais de um mercado estrangeiro na busca de lucros ao longo do tempo.

Neste debate, alguns pesquisadores propõem entender a multinacional enquanto rede. Ghoshal e Bartlett (1990), por exemplo, sugerem a concepção da multinacional como uma rede de relacionamentos interorganizacionais. Para Kogut e Zander (1993), uma multinacional é vista como uma rede ou uma comunidade social. Na visão de Nachum e Song (2011), uma

multinacional é um portfólio de subunidades que estão interconectadas umas às outras em uma variedade de interdependências. Por fim, Vahlne & Johanson (2013) entendem uma multinacional como uma firma que tem a capacidade de construir, desenvolver e coordenar redes de negócios de criação de valor, entre mercados estrangeiros, dentro e fora dos limites da firma.

Nesse trabalho, concebemos a multinacional como uma rede de relacionamentos entre os atores internos (subsidiárias e matriz) e externos (compradores e fornecedores, por exemplo). Nessa concepção, assumimos que cada subsidiária detém determinado atributo ou conjunto de atributos, como, por exemplo, certo tipo de conhecimento (Gupta & Govindarajan, 1991) ou de atividade da cadeia de valor (Porter, 1986), o(s) qual(is) está(ão) interconectado(s) em variados graus tanto na própria subsidiária em si quanto entre subsidiárias (Madhok & Liu, 2006).

A partir dessa concepção é possível interpretar a multinacional como SAC (Morel & Ramanujam, 1999). Isso porque a multinacional é constituída por inúmeros agentes, os quais interagem entre si, numa rede de relacionamentos, gerando, como resultado, um comportamento complexo global. Além disso, ela assume propriedades emergentes, ou seja, é um sistema relativamente descentralizado que não pode ser definido unicamente por relações hierárquicas (Birkinshaw, 1994; Paterson & Brock, 2002). Por exemplo, Hedlund (1986) apresenta algumas características de uma multinacional cuja coordenação pode ser considerada descentralizada, denominando-a Heterarquia. Estruturas internas diferenciadas e multicêntricas, papéis estratégicos mais importantes para as subsidiárias, fluxo de informação lateral e flexibilização das tarefas organizacionais e dos mecanismos de governança são algumas dessas características que salientam que a matriz não necessariamente detém o controle na multinacional heterárquica (Birkinshaw, 1994). Para Hedlund (1986) e Hedlund e Rolander (1990), a Heterarquia dispensa centralização em favor de estruturas abertas que maximizam atitudes empreendedoras e flexibilidade na comunicação e na resposta. Dessa forma, as subsidiárias podem se tornar proativas no desenvolvimento de suas atividades e na procura de alternativas para agregar valor à multinacional (Delany, 2000).

Mais detalhadamente, a multinacional, entendida como SAC, possui agentes com esquema, é uma rede auto organizável, coevolui à beira do caos, e suas unidades recombinaem e evoluem com o tempo. Primeiro, a partir da definição apresentada por Holland (1995), sugerimos que a multinacional possui agentes com esquema. De fato, ao interpretar uma multinacional como uma rede de relacionamentos, sabemos que algumas subsidiárias possuem recursos únicos e são capazes de agir com certa autonomia (Bartlett & Ghoshal, 1986). Dessa

forma, essas subsidiárias podem assumir papéis como o de inovação global (Gupta & Govindarajan, 1991), liderança estratégica (Bartlett & Ghoshal, 1986), liderança global, regional ou local (Enright & Subramanian, 2007), mandato mundial (Birkinshaw & Morrison, 1995), entre outros. Essa estrutura cognitiva formada pelos papéis de cada subsidiária influencia o comportamento e a ação de cada uma delas dentro da multinacional.

A multinacional heterárquica é uma rede auto organizável, segunda característica do SAC, uma vez que o comportamento de uma determinada subsidiária depende do comportamento das outras subsidiárias e de agentes externos, tais como compradores e fornecedores. Como as subsidiárias estão interconectadas, a multinacional não é unicamente definida a partir de relações hierárquicas: da matriz para a subsidiária (Bjorkman & Forsgren, 2000; Ciabuschi, Forsgren & Martín, 2011). Com isso, entende-se que multinacional tem a possibilidade de evoluir a despeito da existência da coordenação hierárquica exercida pela matriz (Drazin & Sandelands 1992). Em outras palavras, como as estruturas internas da multinacional são multicêntricas (Hedlund, 1986), a coordenação na multinacional assemelha-se à coordenação de atividades existente em redes (Vahlne & Johanson, 2013), a qual é normalmente caracterizada pela auto-organização (Drazin & Sandelands 1992).

Uma multinacional também se encaixa na terceira característica do SAC, a coevolução à beira do caos. Os processos de coevolução de uma multinacional ocorrem nos níveis macro, entre as subsidiárias e seus respectivos ambientes externos (Birkinshaw & Hood, 1998), e micro, entre as subsidiárias e a matriz (Picard, 1980) e entre as próprias subsidiárias (Madhok & Liu, 2006). Em essência, uma dada subsidiária coexiste e compete simultaneamente com outras firmas no ambiente externo e com as subsidiárias-irmãs e a matriz no ambiente interno da multinacional (Madhok & Liu, 2006). Assim, por exemplo, o *payoff* de cada subsidiária depende das escolhas feitas pelas outras subsidiárias. Além disso, essa coevolução é dinâmica, pois pequenas mudanças podem gerar quaisquer tipos de resultados. Uma subsidiária pode criar alguma inovação de processo ou produto, por exemplo, e essa inovação pode gerar pouca ou grande melhoria para a multinacional, promovendo sua adaptação ao ambiente de forma menos ou mais acentuada, respectivamente. Isso caracteriza um equilíbrio resultante à beira do caos (Kauffman, 1993).

Por fim, uma multinacional pode evoluir ao longo do tempo através do surgimento, da venda ou extinção e da transformação de subsidiárias. Uma nova subsidiária pode surgir para suprir a demanda em um determinado mercado estrangeiro, como também pode ser extinta. Além disso, uma subsidiária pode ser transformada por meio da conquista ou perda de papéis.

Essa evolução é normalmente manifestada nas atividades da cadeia de valor da subsidiária (Zander & Zander, 1997). Por exemplo, uma subsidiária de vendas pode iniciar atividade de produção para suprir a demanda do contexto local. Por outro lado, uma subsidiária de produção e de pesquisa e desenvolvimento, por exemplo, pode encerrar esta última atividade para reduzir custos.

Cabe salientar que tais alterações nas atividades da cadeia valor de uma determinada subsidiária não são feitas isoladamente na multinacional (O'Donnell, 2000). Pelo contrário, elas dependem de outras atividades desempenhadas pelas subsidiárias-irmãs (Nachum & Song, 2011). Assim, a subsidiária que encerrou as atividades de pesquisa e desenvolvimento passa a depender ou da matriz ou de outras subsidiárias que ainda detêm essa atividade no que se refere a novos produtos. Isso faz com que haja interdependências entre as atividades da cadeia de valor das subsidiárias, o que, em última instância, define a adaptação da multinacional ao longo do tempo (Birkinshaw, 1994; Tushman & Anderson, 1986). Dito de outra maneira, na evolução da multinacional, comportamentos locais por meio das alterações no(s) atributo(s) da subsidiária e suas interdependências, aqui exemplificadas pelas atividades da cadeia de valor (Porter, 1986), podem gerar características globais, alterando, por sua vez, a maneira como as subsidiárias interagem (Burkhart, 1996).

O entendimento da multinacional como SAC a partir das características estabelecidas por Anderson (1999) - agentes com esquema, rede auto organizável, coevolução à beira do caos e evolução temporal - salientam a ideia da interdependência entre subsidiárias da multinacional, tema da próxima seção.

#### **2.4 Interdependência entre subsidiárias**

A subsidiária de uma multinacional é normalmente entendida como uma entidade semiautônoma (que pode atingir autonomia), com potencial empreendedor (Birkinshaw, Hood & Young, 2005). Ao coevoluir à beira do caos, a subsidiária opera, conforme apontado anteriormente, em uma arena competitiva complexa, que consiste em um ambiente interno, composto pela matriz e outras subsidiárias, e um ambiente externo que consiste em clientes, fornecedores e concorrentes (Birkinshaw, Hood & Young, 2005; Madhok & Liu, 2006). A força relativa destes ambientes competitivos molda as opções da subsidiária (Aldrich, 1979; Aldrich & Ruef, 2006). Especificamente no que se refere ao ambiente interno, uma subsidiária pode tanto cooperar como competir com outra subsidiária (Bradley, Aldrich, Shepherd & Wiklund,

2011). Esse ambiente interno da multinacional é uma característica de diferenciação da subsidiária e será o foco do nosso estudo.

Por um lado, à medida que uma determinada subsidiária vai se tornando mais autônoma, ela acumula e desenvolve cada vez mais recursos e ou capacidades<sup>3</sup> (Henderson, 1993; Rosenbloom & Christensen, 1994) e, como resultado, assume maiores responsabilidades, explorando novas ideias e oportunidades no mercado local por meio da interação com diversos atores inseridos nesse mercado (Birkinshaw, Hood, e Jonsson, 1998). A autonomia de uma subsidiária é definida como o grau no qual a subsidiária da multinacional tem autoridade estratégica e operacional de tomada de decisão (Raziq, Borini & Perry, 2014). Ghoshal, Korine e Szulanski (1994) observam que essa autonomia é essencial para a multinacional, pois permite que a subsidiária exerça maior poder de decisão para lidar com as demandas locais. Além disso, muitas vezes o uso de recursos é mais bem determinado pela própria subsidiária, já que ela é mais capaz de identificar os recursos específicos necessários e avaliar sua capacidade de fazer uso dos mesmos de forma mais adequada (O'Donnell, 2000). Por outro lado, a subsidiária pode também ser o lócus de implementação das capacidades desenvolvidas em outras subsidiárias (Birkinshaw, 1996, 1997). Dessa forma, uma subsidiária que não possui atividades de P&D ou que não desenvolve novas capacidades pode fazer uso do conhecimento e dos recursos transferidos por outra subsidiária.

Em outras palavras, algumas subsidiárias são criadoras de capacidades enquanto outras são usuárias de capacidades (Hedlund, 1996). Criação de capacidades inclui não apenas atividades como pesquisa e desenvolvimento, mas também definição de estratégia e funções de gestão corporativa (Enright & Subramanian, 2007). Assim, as subsidiárias com altos níveis de criação de capacidades são estrategistas, criadoras de tecnologia e fornecem recursos para outras subsidiárias da multinacional, além de usar essas capacidades para si mesmas (Birkinshaw & Hood, 1998). Por sua vez, as subsidiárias com baixos níveis de criação de capacidades são tomadoras de estratégia e de tecnologia, e fornecem saídas (produtos intermediários ou produtos finais) ao utilizar os recursos originários de outras subsidiárias da multinacional (Enright & Subramanian, 2007).

A subsidiária também pode mudar de papel de maneira dinâmica passando de usuária (destinatária) para criadora (remetente) de capacidades, e vice-versa (Enright & Subramanian, 2007). Essas mudanças nos papéis assumidos pela subsidiária em termos de remetente e destinatária de capacidades ao longo do tempo suportam o entendimento da multinacional como

---

<sup>3</sup> Habilidades para utilizar os recursos para executar uma tarefa ou uma atividade (Teece, 2014).

um sistema coevolutivo (Madhok & Liu, 2006), já que a mudança no papel de uma subsidiária normalmente exerce influência no papel exercido por outra subsidiária da multinacional, e vice-versa (Nachum & Song, 2011). Isso significa que há interdependências entre as subsidiárias, as quais, para alguns autores como Prahalad e Doz (1987), são consideradas fundamentais para manter a competitividade internacional da multinacional.

Interdependência significa que as atividades, atributos e ou resultados de um ator influenciam e são influenciados pelas atividades, atributos e ou resultados de outro ator (Saavedra, Earley e Van Dyne, 1993). Vista sob a ótica da multinacional, interdependência refere-se à condição em que uma subsidiária da multinacional depende de outra subsidiária dessa multinacional, a fim de desempenhar o seu papel de forma eficaz (O'Donnell, 2000). Em última instância, pode-se afirmar então que os resultados de uma subsidiária estão, em maior ou menor grau, atrelados aos de outra subsidiária da multinacional.

Ao definir uma multinacional como um portfólio, Nachum e Song (2011) estudam o movimento subsequente da multinacional a partir da interdependência entre subsidiárias, que é dado por uma série de escolhas interconectadas dentro do portfólio existente (Barkema & Droogendijk, 2007). Essas interconexões, por sua vez, são baseadas nas similaridades entre as atividades das subsidiárias e suas diferentes localizações. Para os autores, além de explicitarem a interdependência entre atividades da cadeia de valor das subsidiárias, essas interconexões interferem na adaptação dessa multinacional. Assim, cada movimento da subsidiária influencia o *payoff* de movimentos subsequentes e o portfólio pode prever esses movimentos subsequentes (Nachum & Song, 2011).

Mais especificamente, a previsão de movimentos se dá pelo pressuposto de que a multinacional evolui ao longo do tempo em direções definidas a partir do seu passado e, portanto, suas escolhas iniciais tendem a persistir ao longo do tempo (Nelson & Winter, 1982). Como a interdependência entre subsidiárias é um fator chave de evolução da multinacional (O'Donnell, 2000), esses movimentos dependem dessa interdependência.

Colocado de outra maneira, a interdependência entre subsidiárias pode moldar os movimentos da multinacional, no sentido que o resultado de movimentos passados pode interferir no conjunto de alternativas para escolhas subsequentes e, conseqüentemente, nos resultados associados a tais escolhas (Gavetti & Levinthal, 2000). Com base nesse raciocínio, supõe-se que a interdependência entre subsidiárias tem o potencial de afetar a adaptação da multinacional ao longo do seu processo evolutivo (Nachum & Song, 2011; O'Donnell, 2000).

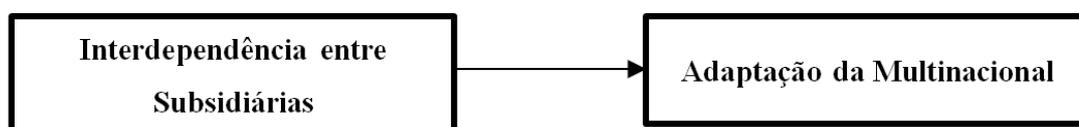
O nosso quadro teórico, a ser introduzido na próxima seção, está apoiado nessa discussão, e relaciona a interdependência entre subsidiárias e a adaptação da multinacional.

## 2.5 Quadro teórico

Conforme apontado na seção precedente, diversos estudos mostram que a subsidiária é uma importante fonte de recursos estratégicos para a evolução da multinacional (Birkinshaw, 1996; Gupta & Govindarajan, 1991; Hedlund, 1986). Ao desenvolver e acumular recursos e ou capacidades especializadas ao longo do tempo, a subsidiária evolui por meio de, por exemplo, alteração de papéis (Birkinshaw & Hood, 1998). Ademais, esses recursos e ou capacidades podem ser desenvolvidos conjuntamente entre as subsidiárias, o que, de acordo com Prahalad e Doz (1987), melhora efetivamente a competitividade da multinacional. Tal desenvolvimento indica, por sua vez, a dependência de uma subsidiária em relação a outras subsidiárias, ou seja, a interdependência entre subsidiárias.

Nesta dissertação, sugerimos que a interdependência entre subsidiárias está relacionada à adaptação da multinacional, uma vez que cada subsidiária contribui com seu resultado específico para a evolução da multinacional (Nachum & Song, 2011). Entende-se como adaptação da multinacional a evolução necessária para sua sobrevivência em um determinado local. Um dos fatores dessa evolução é a interdependência entre subsidiárias. A contribuição da subsidiária à adaptação da multinacional pode ser autônoma, no caso em que todas as subsidiárias são independentes entre si, ou pode ser interdependente, quando o resultado de uma subsidiária depende do resultado de uma ou mais subsidiárias (O'Donnell, 2000). Neste último caso, as subsidiárias se interconectam, por exemplo, a partir das complementariedades em suas atividades da cadeia de valor (Porter, 1986) ou por meio de fluxos de conhecimentos (Gupta & Govindarajan, 1991). Em nível agregado, cada subsidiária interconectada ou não com outras subsidiárias tem uma parcela de contribuição para a adaptação da multinacional (ver Figura 1).

**Figura 1 - Relação da interdependência entre subsidiárias e adaptação da multinacional.**



Fonte: Próprio autor.

A relação aqui proposta, entre interdependência entre subsidiárias e adaptação da multinacional, pode ser definida matematicamente pela fórmula que calcula a contribuição de cada subsidiária e de todas as interconexões entre elas, de modo que ao somar cada contribuição, elas fornecem a adaptação da multinacional. Essa contribuição pode ser entendida como o resultado final de cada subsidiária após utilizar, se for o caso, os recursos e ou capacidades de outras subsidiárias. Somando esses resultados e dividindo pelo número de subsidiárias da multinacional (N), tem-se a adaptação da multinacional  $w(\alpha)$ :

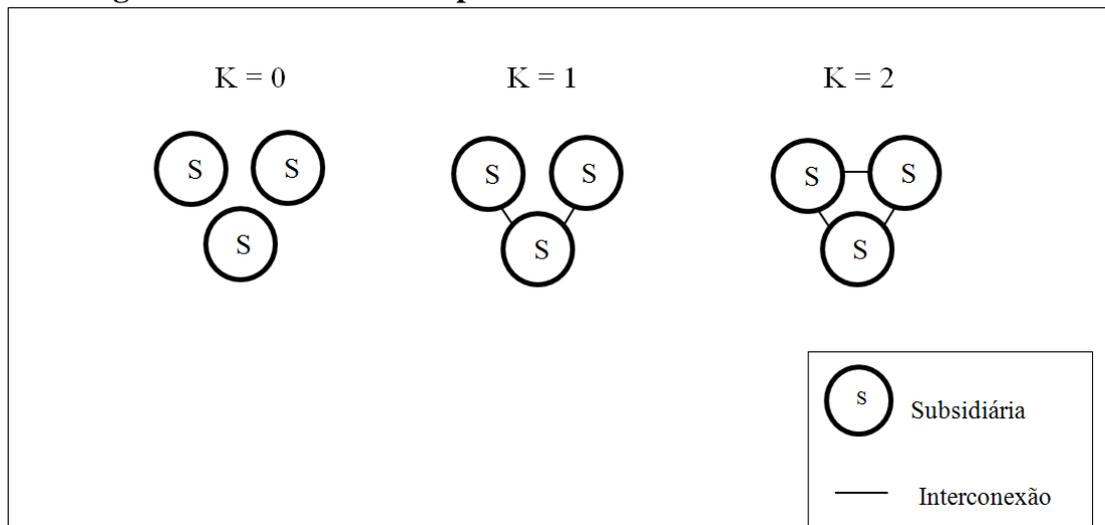
$$w(\alpha) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N w^i(a_i; a_1^i, \dots, a_K^i) \in [0,1] \quad (1)$$

onde  $a_i$  são os atributos de cada subsidiária e assumem valores entre 0 e 1, e  $w^i(a_i; a_1^i, \dots, a_K^i)$  é a contribuição de adaptação de cada subsidiária influenciada pelos K atributos das outras subsidiárias interligadas a esta. Esses K atributos nada mais são do que a interdependência de uma subsidiária com outras K subsidiárias, de modo que essa interdependência pode influenciar a adaptação da multinacional.

A interdependência determina o grau de complexidade na multinacional e é medida através da variável K no modelo NK que será abordado no próximo capítulo. Ao definir N como sendo a quantidade de subsidiárias de uma multinacional, a interdependência é dada por  $K = \{0, 1, 2, \dots, N - 1\}$ . Dessa forma, se  $K = 0$ , as subsidiárias são independentes entre si e a adaptação da multinacional é a soma da contribuição individual de cada subsidiária. À medida que o valor de K vai aumentando, a interdependência entre elas também aumenta. Quando  $K = N - 1$ , todas as subsidiárias são interdependentes entre si e a adaptação da multinacional é dada pela soma da contribuição de cada subsidiária, influenciada por todas as outras  $N - 1$  subsidiárias.

Por exemplo, se uma multinacional possui três subsidiárias, temos que  $N = 3$ . Portanto, K pode assumir os valores  $\{0, 1, 2\}$ . Dessa forma, se  $K = 0$ , as três subsidiárias são independentes e a adaptação da multinacional é a soma da contribuição individual de cada subsidiária, enquanto que para  $K = 1$ , uma subsidiária está interconectada a outra e a adaptação da multinacional é a soma da contribuição de cada subsidiária influenciada por uma outra subsidiária. Para  $K = 2$ , cada subsidiária está interconectada às outras duas, e a adaptação da multinacional é a soma da contribuição de cada subsidiária influenciada pelas demais (ver Figura 2).

**Figura 2 - Possíveis interdependências entre três subsidiárias<sup>4</sup>.**



**Fonte: Próprio autor.**

Para analisar a adaptação da multinacional através da interdependência entre subsidiárias e explicar a função de adaptação mencionada anteriormente, vamos utilizar o modelo NK de Kauffman (1993) que será detalhado na metodologia, próximo capítulo desta dissertação.

<sup>4</sup> Na Figura 2, consideramos três subsidiárias e as possíveis interconexões entre elas (K = 0, K = 1 e K = 2). Para K= 0, as subsidiárias são independentes, enquanto que para K = 2, todas as subsidiárias são interdependentes.



## 3 METODOLOGIA

### 3.1 Considerações Iniciais

Neste capítulo vamos discorrer sobre a metodologia empregada na pesquisa, abordando o método de pesquisa e o modelo utilizados, bem como toda sua operacionalização. Na próxima seção, discorreremos sobre a simulação e suas vantagens enquanto método de pesquisa. Em seguida, introduzimos o conceito de paisagens de adaptação para detalhar o modelo NK de Kauffman (1993) e suas variáveis. Ademais, mostramos o modelo NK aplicado à Administração e, em seguida, definimos as variáveis do modelo de acordo com a nossa pesquisa. Por fim, estabelecemos os parâmetros das variáveis do nosso modelo e explicamos a operacionalização utilizada para criar as paisagens de adaptação.

### 3.2 Método

Neste estudo utilizamos a simulação como método de pesquisa. Para Davis, Eisenhardt e Bingham (2007), a simulação é o método mais adequado para o estudo de sistemas complexos; sistemas estes que, conforme discutido anteriormente, se tornaram uma perspectiva importante de pesquisa, principalmente pelo aumento exponencial da capacidade de processamento dos computadores (Morel & Ramanujam, 1999). Law e Kelton (1991, p. 1) definem simulação como um método de pesquisa que utiliza *software* computacional para modelar o funcionamento de processos, sistemas ou eventos “próximos do mundo real”, os quais podem ser enquadrados como sistemas complexos.

Esse método de pesquisa possui inúmeras vantagens, tais como, especificação precisa e mensuração de construtos (Cook & Campbell, 1979), validação interna, pois permite a descrição precisa da lógica teórica através de algoritmos (Abelson, Sussman e Sussman, 1996), eliminação de erros de medida associados a dados empíricos (Campbell & Fiske, 1959), e o ajuste rápido e flexível de medidas de construtos, apenas alterando o código do algoritmo (Davis *et al.*, 2007).

Além disso, alguns pesquisadores, tais como Davis *et al.* (2007) e Zott (2003), argumentam que a simulação pode contribuir para o desenvolvimento de teoria. Os primeiros autores citam diversos pesquisadores que utilizaram simulação, suas perguntas de pesquisa, a abordagem utilizada e os principais resultados e, a partir disso, desenvolvem um roteiro para o

desenvolvimento de teoria usando métodos de simulação<sup>5</sup>. Por sua vez, Zott (2003) argumenta que a simulação pode fornecer *insights* em relações teóricas complexas entre construtos, especialmente quando existe uma limitação de acesso aos dados empíricos.

Diversas abordagens em simulação têm sido utilizadas na Administração, em especial na literatura de estratégia, tais como, sistemas dinâmicos (Repenning, 2002), autômatos celulares (Leydesdorff, 2002), modelo NK de adaptação (Levinthal, 1997) e processos estocásticos (Zott, 2003). Na próxima seção, vamos detalhar o modelo que utilizamos para fazer a simulação, o modelo NK de adaptação de Kauffman (1993). Como a nossa pergunta de pesquisa salienta a interdependência entre subsidiárias *vis-à-vis* adaptação da multinacional, escolhemos tal modelo já que o mesmo permite analisar a relação entre a interdependência entre partes de um agente, organismo ou população e a adaptação destes agentes, organismos ou populações.

### 3.3 Modelo NK

Antes de abordar o modelo NK, vamos introduzir a definição de paisagens de adaptação desenvolvida por Wright (1932) para melhor entendê-lo. Esse conceito é um dos mais poderosos na teoria evolutiva (Kauffman & Weinberger, 1989) e forma a base do modelo NK (Kauffman, 1993).

Para Wright (1932), a paisagem de adaptação é formada por um relevo, em que uma população de organismos evolui e busca atingir picos ou pontos ótimos, que são maiores níveis de adaptação, a fim de ter maior probabilidade de sobrevivência (Kimura, Perera & Lima, 2010). Para McKelvey (1997), uma paisagem de adaptação pode ser caracterizada por três elementos. O primeiro é o espaço de configuração ou relevo no qual a população está inserida. Isso significa que as formas de uma superfície podem conter picos e vales, de acordo com a adaptação dessa população. De maneira geral, os picos representam as melhores escolhas da população, enquanto os vales são as escolhas indesejáveis da população ou as menos eficientes (Wright, 1932). O segundo elemento é a função de adaptação, que determina os níveis de adaptação dependendo das escolhas da população. Esses níveis nada mais são do que a altura dos picos e dos vales no relevo e indicam se uma população é bem adaptada ao ambiente,

---

<sup>5</sup> De maneira sintética, este roteiro é composto pelas seguintes etapas: escolher a questão de pesquisa; identificar a teoria que suporta essa questão; escolher a abordagem de simulação; criar um algoritmo computacional e depois verificá-lo; simular o modelo alterando as variáveis; e validar com dados empíricos.

quando está em algum pico, ou menos adaptada, quando encontra-se em algum vale (Wright, 1932). O último elemento são as regras de movimentação, que definem os passos da caminhada adaptativa. A população pode escolher caminhos diferentes para sua adaptação, dependendo da interdependência e da mutação entre cada organismo dessa população (Kauffman & Weinberger, 1989).

Assim, numa paisagem de adaptação, Wright (1932) cria imagens de um espaço de genótipos<sup>6</sup>, no qual genótipos vizinhos diferem por uma única mutação e a cada um é atribuído uma adaptação. Ao sofrer uma mutação, o genótipo altera sua configuração e, conseqüentemente, a adaptação do organismo. Esta adaptação geralmente progride através de pequenas mudanças que envolvem um procedimento de busca local no espaço de possíveis rearranjos genéticos (Kauffman & Johnsen, 1991). Isso quer dizer que essa adaptação é uma resposta a movimentos passados, ao invés de uma antecipação de movimentos futuros. Além disso, a adaptação de um genótipo pode depender de sua frequência na população e de propriedades coevolutivas com outras espécies (Kauffman & Levin, 1987). Assim, adaptação não é uma propriedade de um genótipo sozinho, mas depende de seu contexto ambiental (Wright, 1932).

Dito de outra maneira, a evolução é caracterizada como um movimento de subida em uma paisagem de adaptação, em que picos representam os locais para os organismos bem-sucedidos ou com alta adaptação e vales representam os locais para os organismos relativamente malsucedidos ou com baixa adaptação (Levitan, Lobo, Schuler & Kauffman, 2002). À medida que a população de organismos evolui, ela se envolve em uma caminhada adaptativa nessa paisagem (Kauffman & Levin, 1987). Dessa forma, para Kauffman (1993), a paisagem de adaptação é simplesmente um mapeamento da estrutura genética de um organismo para o seu nível de adaptação.

Existem muitos modelos de paisagem<sup>7</sup>, mas um em específico é utilizado nessa pesquisa: o modelo NK de paisagens de adaptação de Kauffman (1993), o qual foi originalmente concebido para estudar a evolução genética. Tal modelo explora os efeitos de características locais sobre a estrutura da paisagem de adaptação e a interdependência entre os

---

<sup>6</sup> O genótipo é a composição genética elementar de um organismo. Refere-se às características internas de um organismo ou o conjunto de genes desse organismo. O gene é um segmento de um cromossomo a que corresponde uma informação para produzir uma determinada proteína ou controlar uma característica, ou seja, é a unidade fundamental da hereditariedade. Por sua vez, o cromossomo é uma sequência de genes (Pezzi, Gowdak & Mattos, 2010).

<sup>7</sup> Para uma discussão detalhada sobre modelos de paisagem ver Stadler (1995).

genes de um genótipo. Esse modelo é associado à Teoria da Complexidade e vem sendo utilizado em vários estudos em Administração (Davis *et al.*, 2007).

Em linhas gerais, o modelo é constituído por um algoritmo computacional para criar um espaço de busca combinatória em uma paisagem de adaptação (Safarzyńska & van den Bergh, 2010). Mais especificamente, no modelo NK, um sistema ou uma paisagem de adaptação consiste em N componentes que podem ser o número de genes de um genótipo ou os atributos de um organismo ou ainda uma população de organismos. Cada componente contribui para a adaptação global do sistema, com cada componente caracterizado por um de dois estados possíveis: 0 ou 1. Isso significa que o genótipo (organismo) não possui aquele determinado gene (atributo) quando o estado for 0 ou o possui quando o estado for 1. Essa atribuição específica dos estados de cada componente é denominada configuração. Assim, o número total de variações possíveis de configurações é  $2^N$ .

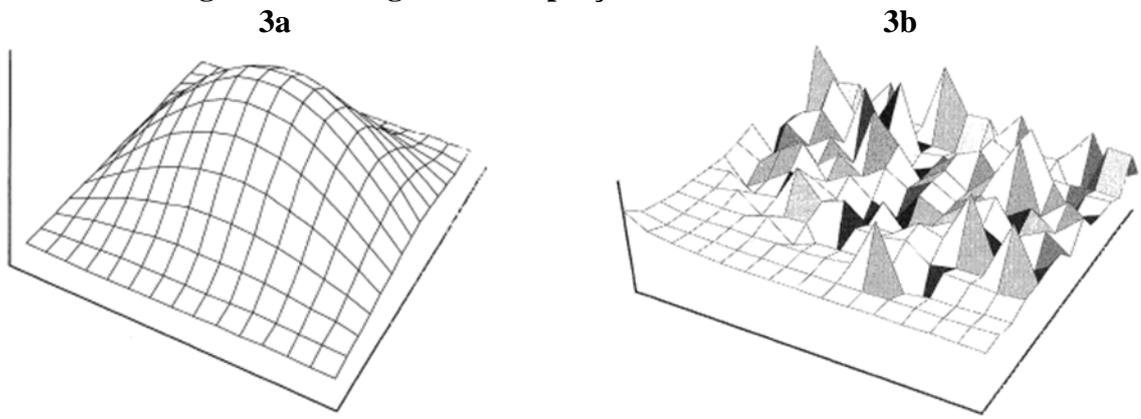
Cada componente faz uma contribuição de adaptação para o sistema que não depende apenas do seu próprio estado, mas também de sua relação com outros K componentes. Dessa forma, K corresponde ao número de outros genes ou atributos que têm influência sobre a contribuição de adaptação de cada gene ou atributo, e mede o grau de interdependência entre os componentes de um sistema. Conforme discutido anteriormente, os valores que K pode assumir variam no conjunto  $\{0, 1, 2, \dots, N - 1\}$ . Quando  $K = 0$ , cada componente é totalmente independente dos demais. Se  $K = 1$ , cada componente está interconectado a um outro componente. À medida que o valor de K aumenta, os componentes vão criando interconexões entre si. Quando  $K = N - 1$ , todos os componentes são interdependentes entre si. Isso significa que a adaptação de cada componente depende de si e de todos os outros componentes do sistema.

Portanto, para  $K = 0$  o sistema é ordenado. À medida que o valor de K aumenta, o sistema começa a se desorganizar cada vez mais e, para valores intermediários de K, podemos dizer que o sistema está “à beira do caos”, entre ordem e desordem (Lewin, 1992; Kaufmann, 1993). Para valores altos de K e para  $K = N - 1$  o sistema é extremamente complexo e caótico, mas ainda assim ele pode ter um comportamento caótico determinístico, isto é, imprevisível, mas dentro da fronteira de limitação de recursos do sistema (Warren *et al.*, 1998).

Dito de outra forma, uma paisagem de adaptação é formada pelo número de genes de um genótipo ou pelo tamanho da população ou pelos atributos de cada organismo, representados por N, e K indica a complexidade dessa paisagem. Para valores pequenos de K, a paisagem é suave e possui alguns picos (ver Figura 3a). Para valores grandes de K, a paisagem é acidentada

ou rugosa e possui muitos picos (ver Figura 3b), indicando maior complexidade (Levitan *et al.*, 2002). Os picos na paisagem significam alta adaptação, enquanto que os vales correspondem à baixa adaptação, isto é, variações menos eficientes (Wright, 1932). Assim, soluções similares são adjacentes na paisagem, enquanto soluções diferentes são distantes. Portanto, no contexto da genética populacional, Kauffman (1993) sugere que a topologia da paisagem de adaptação é determinada pelo grau de interdependência da contribuição do número de genes no genótipo, da adaptação da população ou dos diversos atributos de um organismo.

**Figura 3 - Paisagens de adaptação suave e acidentada.**



Fonte: Levinthal & Warglien, 1999.

Em termos matemáticos, uma paisagem de adaptação é uma tripla  $\langle X, R, w \rangle$ , onde  $X$  é o espaço (ou estado) de configuração,  $R \subseteq X \times X$  é uma relação de vizinhança em  $X$ , e  $w: X \rightarrow \mathbb{R}$  é uma função de adaptação. Sabendo-se que a população numa determinada paisagem irá buscar pontos ótimos (picos) de adaptação, segue que um ponto  $x \in X$  é um ótimo local de  $w$  em  $X$  se

$$w(y) \leq w(x) \quad \forall y \in R \quad (2)$$

e um ótimo global se

$$w(y) \leq w(x) \quad \forall y \in X. \quad (3)$$

Um ótimo local é um pico local e um ótimo global é o maior pico dentre todos na paisagem de adaptação, e é caracterizado como a melhor adaptação possível em toda a paisagem.

Além disso, na pesquisa original de Kauffman (1993), a paisagem de adaptação consiste em um cromossomo definido como um vetor de  $N$  posições ou *loci* (genes), cada um dos quais assume um valor a partir do conjunto de alelos  $A = \{0,1\}$ . Os alelos são as formas alternativas do mesmo gene e podem assumir valores binários. Um cromossomo  $\alpha \in A^N$  é chamado genótipo e a adaptação de cada gene  $i \in \{1, \dots, N\}$  no genótipo  $\alpha = (a_1, \dots, a_N) \in A^N$  depende do alelo  $a_i$  e de  $K$  outros alelos  $a_1^i, \dots, a_K^i$  via alguma função de adaptação  $w^i(\alpha) = w^i(a_i; a_1^i, \dots, a_K^i)$ , de modo que  $w^i(\alpha)$  é determinada por uma distribuição de probabilidade uniforme entre 0 e 1. Assim, essa adaptação do genótipo  $\alpha$  depende da mutação de cada um de seus genes determinados pelos alelos 0 ou 1. A adaptação total de um genótipo  $\alpha \in A^N$  é a soma das adaptações locais de seus genes dividida por  $N$ :

$$w(\alpha) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N w^i(a_i; a_1^i, \dots, a_K^i) \in [0,1]. \quad (4)$$

Kauffman (1993) exemplifica o modelo NK para  $N = 3$  genes e duas conexões por gene  $K = 2$ :

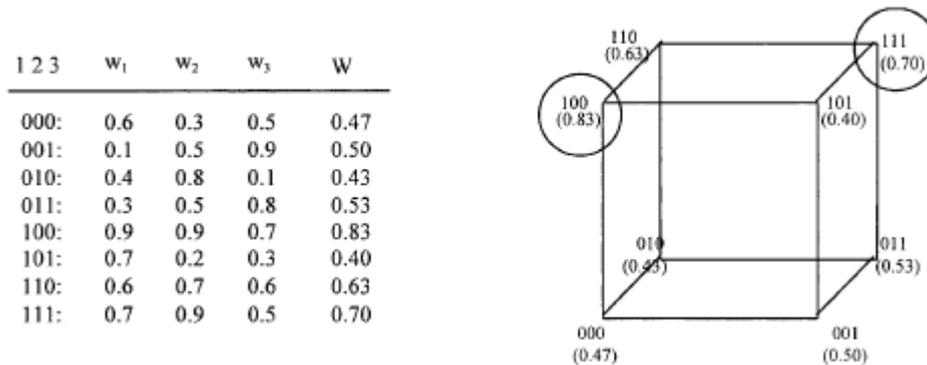
A contribuição de adaptação do alelo no  $i$ -ésimo locus depende de si, em outras palavras, se é 1 ou 0 e sobre os alelos, 1 ou 0, em  $K$  outras posições, por conseguinte, sobre os  $K$  outros alelos. O número de combinações destes alelos é de apenas  $2^{K+1}$ . Como não temos ideia de quais os efeitos de cada uma dessas combinações sobre a contribuição de adaptação que o  $i$ -ésimo locus pode ter, vamos modelar esses efeitos, atribuindo a cada uma das  $2^{K+1}$  combinações de forma aleatória, uma contribuição de adaptação diferente desenhado a partir da distribuição uniforme entre 0,0 e 1,0. (Kauffman, 1993, p. 42, tradução nossa).<sup>8</sup>

A Figura 4 ilustra o modelo NK de Kauffman (1993, p. 42) para  $N=3$  e  $K=2$ . Os três alelos 1, 2 e 3 fornecem  $2^3 = 8$  combinações possíveis. Na figura, a combinação 111 ( $w = 0,70$ ) é um ótimo local enquanto que a combinação 100 ( $w = 0,83$ ) é um ótimo global.

---

<sup>8</sup> The fitness contribution of the allele at the  $i$ th locus depends upon itself (in other words, whether it is 1 or 0) and on the alleles, 1 or 0, at  $K$  other loci, hence upon  $K+1$  alleles. The number of combinations of these alleles is just  $2^{K+1}$ . Since we have no idea what the effects of each such combination on the fitness contribution at the  $i$ th locus might be, let us model those effects by assigning to each of the  $2^{K+1}$  combinations at random, a different fitness contribution drawn from the uniform distribution between 0.0 and 1.0.

**Figura 4 - Combinação de contribuição de adaptação aleatória.**



Fonte: Kauffman, 1993.

Após detalhar o modelo NK de Kauffman (1993) oriundo da Biologia, vamos agora apontar sua aplicação na Administração. O primeiro autor a utilizar o modelo NK aplicado à Administração foi Levinthal (1997). Ele explorou a relação entre formas organizacionais e forças de seleção, e concluiu que uma mudança organizacional leva uma firma a modificar sua forma existente em uma tentativa de melhorar seu desempenho. Além disso, para o autor, as pressões de seleção influenciam a distribuição das formas organizacionais em uma população de firmas.

O estudo de Levinthal e Warglien (1999) também exemplifica a utilização do modelo NK na Administração. Os autores examinaram como estruturas organizacionais alternativas influenciam a tomada de decisão dos gerentes. Os autores concluíram que reduzir a interdependência leva a estruturas organizacionais simples que resultam em comportamentos relativamente estáveis e previsíveis por parte dos gerentes, enquanto que estruturas com maiores interdependências, como equipes multifuncionais, levam a uma maior gama de possíveis alternativas de ações, embora haja, concomitante aumento dos custos associados à coordenação dessas equipes.

Já Frenken (2000) estudou as redes de inovação, definindo-as como a tríade produtores-usuários-governos, e concluiu que elas se tornam mais interdependentes e especializadas, de tal maneira que produtores de tecnologias específicas focam cada vez mais em nichos específicos de determinados mercados estrangeiros. Gavetti e Levinthal (2000), por sua vez, examinaram a relação entre os processos de pesquisa que são voltados para o futuro, com base no mapa cognitivo dos atores com associações de ação e resultado, e aqueles que são voltados para o passado ou baseados na experiência. Os autores demonstraram que ao alterar uma representação cognitiva, ela pode agir como um importante meio de adaptação. Por um lado, essa representação dificulta o processo de aprendizagem com base na experiência, mas por outro, a

nova representação cognitiva pode consistir em um modelo mental mais acurado acerca do ambiente no qual determinado ator está inserido.

Frenken (2001) explorou quais modos de organização (centralizado, descentralizado ou em rede) podem ser distinguidos na criação de um sistema complexo, e como comparar o desempenho de cada um deles. Ele chegou à conclusão de que o processo decisório centralizado pode ser considerado mais eficaz para pequenos sistemas, enquanto que a rede se torna mais eficaz somente quando o tamanho do sistema crítico é excedido, ou seja, para valores grandes de N.

Ainda sobre a utilização do modelo NK em Administração, Kimura, Perera e Lima (2010) analisaram a influência da complexidade na distribuição do posicionamento estratégico de firmas dentro de uma indústria<sup>9</sup>, e concluíram que quando há alta complexidade interna, isto é, quando existe um alto grau de interdependência entre elementos dentro da firma, vantagens competitivas sustentáveis podem formar-se em função da habilidade de gestão de competências e recursos. Por sua vez, quando há complexidade externa, isto é, quando há grande interdependência entre elementos externos à firma, a dificuldade de otimização em uma paisagem de adaptação acidentada pode implicar a necessidade de adoção de estratégia de integração vertical<sup>10</sup>.

Finalmente, foi identificado um único estudo que utiliza o modelo NK de Kauffman (1993) na área de negócios internacionais. Trata-se do trabalho de Celso, Nebus e Wang (2015) que analisou a estrutura, a complexidade e o desempenho de uma multinacional. Eles chegaram à conclusão de que um alto grau de interdependência entre subsidiárias está associado a um melhor desempenho quando a multinacional possui estrutura em rede. No outro extremo, um baixo grau de interdependência entre subsidiárias está associado a um melhor desempenho quando a multinacional possui estrutura hierárquica.

Tomados em conjunto, estes estudos salientam que ao utilizar o modelo NK os N atributos podem corresponder a diferentes departamentos e áreas, ou diferentes recursos e tipos de conhecimento de uma firma, ou ainda às estratégias de negócios, enquanto que K corresponde ao número de interdependências entre esses atributos (Kimura, Perera & Lima,

---

<sup>9</sup> Para tanto, os autores utilizaram o modelo NK(C), que é considerado uma evolução do modelo NK (Levitán *et al.*, 2002), pois leva em consideração não somente a complexidade interna, mas também a complexidade externa do agente, organismo ou população.

<sup>10</sup> Diversos outros autores também utilizaram o modelo NK para estudar as firmas e suas estratégias, tais como, estrutura de escolha estratégica de negócios (Ghemawat & Levinthal, 2000), imitação como estratégia de negócios (Rivkin, 2000), invenção como um processo de busca recombinante sobre paisagens de tecnologia (Fleming & Sorenson, 2001), *design* organizacional (Rivkin & Siggelkow, 2003), gestão de *start-ups* (Sommer, Loch & Dong, 2009) e tomada de decisão (Billinger, Stieglitz & Schumacher, 2014).

2010). Assim, quando  $K = 0$ , a contribuição de um determinado atributo independe da configuração dos outros atributos. À medida que  $K$  aumenta, o sistema se torna mais complexo e um atributo passa a depender de outros, como, por exemplo, a inovação implementada numa firma depende da tecnologia em si, do estoque de conhecimento e da mão de obra da firma. A complexidade máxima ocorre quando  $K = N - 1$ , pois nesse caso, todos os atributos são interdependentes entre si, por exemplo, cada departamento de uma firma depende de todos os demais.

Retomando à discussão do capítulo anterior, uma multinacional, entendida como um SAC, é composta por atores (matriz e subsidiárias) que interagem entre si, estabelecendo o grau de complexidade do sistema. Assim, definimos  $N$  como o número de subsidiárias de uma multinacional e a variável  $K$  refere-se ao grau em que o *payoff* associado a uma subsidiária depende de outras subsidiárias. Em outras palavras,  $K$  mensura a interdependência entre as subsidiárias, sendo que, conforme nosso quadro teórico, relacionamos essa interdependência à adaptação da multinacional. Faremos o detalhamento destes parâmetros na seção seguinte ao discutirmos sobre as simulações realizadas nesta dissertação.

### 3.4 Simulação

Para a simulação foi necessário o uso de um computador, capaz de rodar *softwares* e algoritmos que demandam alguns recursos computacionais. No que se diz respeito ao *software*, adotamos o Eclipse a fim de rodar o algoritmo e gerar a base de dados. Dentre os *softwares* testados, este foi o que melhor atendeu as necessidades da pesquisa. Já para interpretar os dados e criar as paisagens de adaptação, adotamos o Matlab. Resumidamente, o algoritmo gera um vetor de dados através do Eclipse. Em seguida, esse vetor é transformado numa matriz, que é interpretada pelo Matlab, gerando assim uma paisagem de adaptação em que seu relevo é determinado por cada posição do vetor.

Em relação ao algoritmo utilizado, após inúmeras buscas, encontramos oito algoritmos que potencialmente poderiam ser utilizados em nossa pesquisa, inclusive um deles foi obtido através de contato por *e-mail* com o próprio autor do código (Levitan *et al.*, 2002). Testamos cada um deles e alguns apresentaram diversos erros. Fizemos as devidas alterações para corrigir tais erros e, no final, decidimos pelo algoritmo mais enxuto, e que atendia as demandas dessa dissertação. Assim, empregamos o algoritmo utilizado por Hordijk (1996), pesquisador do

Santa Fe Institute, EUA, à época e colega de Stuart A. Kauffman, criador do modelo NK. Ele foi obtido na internet através do site <http://www.cs.unibo.it/fioretti/CODE/NK/index.html>.

Basicamente, o algoritmo cria uma caminhada aleatória sobre uma paisagem de adaptação, ou seja, a adaptação é gerada em um determinado ponto na paisagem, e quando um movimento é feito para outro ponto, começa-se o processo de criação do relevo da paisagem. Essa adaptação se altera de acordo com a distribuição de probabilidade uniforme entre 0 e 1 e com os valores estabelecidos para as variáveis do modelo NK: N, K, T, A.

Assim, definimos N como o número de subsidiárias estrangeiras de uma multinacional. Por sua vez, K refere-se ao grau em que o *payoff* associado a uma subsidiária depende de outras subsidiárias. Nesse sentido, K indica a interdependência entre as subsidiárias. A variável T diz respeito ao tempo, de tal maneira que se cria uma série temporal para analisar a dimensão temporal dos resultados obtidos. No caso da dissertação, isso significa analisar como a interdependência entre subsidiárias está relacionada à adaptação da multinacional. A variável A se refere aos atributos de cada subsidiária, sendo que 0 ela não possui determinado(s) atributo(s) e 1 ela o(s) possui. Assim,  $A = \{0,1\}$  é uma variável binária. Por exemplo, na configuração (0, 0, 1), a multinacional tem três subsidiárias, sendo que a primeira e a segunda subsidiárias não possuem o atributo, mas a terceira o detém.

Definidas as variáveis, dois parâmetros compõem o modelo NK: *epi* e *seed*. Primeiro, o parâmetro *epi* é o tipo de interação epistática, ou seja, é a relação de vizinhança que determina quais agentes, organismos ou populações estão conectados ou não. No modelo NK original, Kauffman (1993) define a interdependência entre os genes como uma relação epistática, ou seja, é a situação em que vários genes interagem entre si para influenciar um único atributo. No caso deste trabalho, uma relação epistática de duas subsidiárias implica que quando um atributo de uma subsidiária muda, essa alteração afeta tanto a subsidiária em si quanto a subsidiária “epistaticamente” relacionada a ela<sup>11</sup>. Dessa forma, as subsidiárias vizinhas podem influenciar umas às outras. Por exemplo, na configuração (0, 0, 1), todas as subsidiárias são vizinhas entre si<sup>12</sup>. Isso porque consideramos que o vetor forma um ciclo, onde a terceira subsidiária pode se conectar à primeira se elas forem interdependentes. Segundo, o parâmetro *seed* é o valor inicial necessário para gerar os números aleatórios pelo algoritmo, tal como é visto em problemas

---

<sup>11</sup> Essa relação epistática entre as subsidiárias é um dos fatores que nos permite entender a multinacional como um SAC (Madhok & Liu, 2006).

<sup>12</sup> O vetor indica as subsidiárias vizinhas, de tal forma que uma subsidiária é vizinha à subsidiária posterior na configuração. No exemplo, a terceira subsidiária é vizinha da primeira, formando o ciclo.

matemáticos com condições iniciais, para os quais é necessário indicar onde se inicia o processo de interação. Cabe salientar que *e<sub>pi</sub>* e *seed* são constantes.

Com o objetivo de determinar os valores de N ou a quantidade de subsidiárias estrangeiras por multinacional, utilizamos algumas fontes distintas de dados<sup>13</sup>. Para isso, buscamos informações sobre multinacionais brasileiras e europeias. Nossa ideia era escolher o primeiro valor de N relacionado à média de subsidiárias estrangeiras por multinacional brasileira e o segundo por multinacional europeia. Nesta dissertação, as multinacionais brasileiras são vistas como exemplo de firmas com número reduzido de subsidiárias estrangeiras (Borini *et al.*, 2009) e as multinacionais europeias são uma ilustração de firmas com um número elevado de subsidiárias estrangeiras (McDonald *et al.*, 2006). Porém, nos deparamos com uma escassez de dados (precisos) muito grande, o que nos impediu de determinar os valores dessa variável com exatidão.

Tendo isso em vista, com relação à média de subsidiárias estrangeiras por multinacional brasileira ou o primeiro valor de N, consultamos, por exemplo, a tese de Dias (2012) e os dados disponíveis no Observatório de Empresas Multinacionais Brasileiras da ESPM (<http://observatorio.espm.br/>). Ao considerar apenas as subsidiárias de distribuição e produção, Dias (2012) encontrou uma média de três subsidiárias estrangeiras por multinacional brasileira nas indústrias de manufatura e de transformação. Por sua vez, a média do número de subsidiárias estrangeiras das multinacionais brasileiras incluídas no banco de dados da ESPM foi de seis, excluindo-se *outliers* e firmas de serviço. A partir dessas duas fontes, estabelecemos o valor de  $N = 6$ .

Na simulação com seis subsidiárias,  $N = 6$ , adotamos todos os possíveis valores de K e rodamos a simulação com cada um deles para estudar a interdependência entre subsidiárias em menor e maior grau. Assim,  $K = \{0, 1, 2, 3, 4, 5\}$ . Para  $K = 0$ , as seis subsidiárias da multinacional são independentes entre si, o que significa que uma não se relaciona com as outras. Quando  $K = 1$ , cada subsidiária está conectada a apenas uma outra subsidiária. Se  $K = 2$ , cada subsidiária está conectada a duas outras subsidiárias, e assim por diante. À medida que os valores de K aumentam, as subsidiárias se tornam cada vez mais interdependentes entre si e a multinacional se torna mais complexa (Anderson, 1999). Quando  $K = 5$ , o sistema é altamente complexo e cada subsidiária depende de todas as outras (Kauffman, 1993).

---

<sup>13</sup> É importante destacar que a definição do valor de N é normalmente feita sem uma preocupação explícita de justificá-la (Celo *et al.*, 2015). Em alguns casos, os autores definem o N a partir dos recursos computacionais disponíveis (Levitan *et al.*, 2002).

O segundo valor de N adotado relaciona-se à média de subsidiárias estrangeiras por multinacional europeia. Como não encontramos esse dado, tomamos como base o número médio de subsidiárias estrangeiras de multinacionais que operam na Europa. Ele foi obtido através de um relatório do UNCTAD elaborado por Altomonte, Saggiolato e Sforza (2012). Esses autores selecionaram as doze regiões na Europa mais competitivas em atrair Investimento Direto Estrangeiro e consideraram apenas as subsidiárias estrangeiras. Dentro da amostra selecionada pelos autores, foi obtida uma média de 58 subsidiárias por multinacional<sup>14</sup>.

Para  $N = 58$ , temos 58 possibilidades para K, ou seja,  $K = \{0, 1, 2, \dots, 57\}$ . Neste caso é praticamente impossível estudar todos os valores de K em função de tempo e recursos para fazer a simulação para cada K e, em seguida, analisá-las. Assim, para considerar os valores de K, dividimos o intervalo de 0 a 57 em quatro partes iguais e consideramos os extremos de cada subintervalo para obter cinco valores para K igualmente distribuídos no intervalo. Dessa forma, para  $N = 58$ , os valores de K escolhidos para fazer as simulações são  $\{0, 5, 14, 28, 43, 57\}$ .

Mais importante, a escolha de ambos os valores de N foi inspirada nas discussões de Pettigrew (1988) e de Eisenhardt (1989) sobre tipos polares. Segundo os autores, tipos polares representam situações opostas em uma amostra e faz sentido utilizá-las se o número de casos a serem estudados for limitado. Assim, focamos o estudo em dois casos opostos: uma multinacional de pequeno porte (seis subsidiárias), doravante denominada M6, a fim de contrastar com uma multinacional de grande porte e, portanto, mais experiente (58 subsidiárias), chamada daqui para frente de M58.

Em todos os dois casos (M6 e M58), para adotar os valores de T, estabelecemos um intervalo entre 0 e 200 unidades de tempo, e o subdividimos em três subintervalos, considerando os valores de  $T = \{10, 50, 100, 200\}$ , uma vez que não seria interessante fazer a simulação para cada valor de T. Acreditamos que também seria praticamente inviável por questão de tempo. Para possibilitar os cálculos através do *software* Matlab, tivemos que refinar os valores de T acima, de modo que os números gerados pelo algoritmo pudessem ser interpretados pelo Matlab. Assim, as matrizes geradas no *software* devem ser quadradas a fim de se criar as paisagens de adaptação. Então refinamos esses valores para  $T = \{9, 49, 100, 196\}$ , que na verdade são os quadrados dos números mais próximos estabelecidos pelos três subintervalos acima ( $3^2, 7^2, 10^2$  e  $14^2$ ).

---

<sup>14</sup> Como os autores não especificaram as nacionalidades dessas multinacionais, não podemos descartar a hipótese de que algumas multinacionais brasileiras tenham sido incluídas na amostra.

Por fim, consideramos o parâmetro *seed* igual a menos um<sup>15</sup>, que é o valor padrão no algoritmo original. Esse valor não é importante e somente é estabelecido para iniciar a geração dos números aleatórios no algoritmo.

Uma vez que as variáveis e os parâmetros foram definidos, realizamos as diversas simulações propostas. Os resultados obtidos foram submetidos a testes estatísticos a fim de avaliar até que ponto eles eram estatisticamente significativos. Tal procedimento foi feito como forma de dar maior robustez aos achados dessa dissertação.

Especificamente, cada simulação gerou uma amostra diferente. Para cada amostra, utilizamos o teste T de uma amostra (Kanji, 2006) que é um teste de hipótese para média utilizado para medir a probabilidade da média da amostra ocorrer dada uma determinada média amostral. Estabelecemos um nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ) nos testes. Com o objetivo de se comparar duas ou mais amostras, nesse caso, de se comparar as amostras (paisagens) de cada valor de K e de T, avaliamos os intervalos estimados onde a média de cada amostra tinha 95% de probabilidade de ocorrer. Dessa forma, em amostras onde houve interseção entre estes intervalos de confiança, não houve evidências de que as médias dessas amostras eram estatisticamente diferentes. Por outro lado, em amostras onde não ocorreu interseção entre os intervalos de confiança, houve evidências de que as médias dessas amostras eram estatisticamente diferentes.

Com isso, encerramos o capítulo de metodologia. No próximo capítulo, iremos apresentar os resultados encontrados de todas as simulações efetuadas, bem como os resultados dos testes estatísticos.

---

<sup>15</sup> Rodamos o modelo com diversos valores de *seed* e não houve nenhuma alteração nos resultados.



## 4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Este capítulo engloba três seções. Nas duas primeiras, analisamos M6 e M58 separadamente, nessa ordem. Cada seção foi dividida em subseções para estudar cada valor de  $K$ . No final de cada seção, comparamos qual a melhor adaptação para cada multinacional (M6 e M58) em função da interdependência entre suas subsidiárias estrangeiras (os valores de  $K$ ). Na terceira e última seção efetuamos a análise comparativa dos dois casos.

### 4.1 Multinacional com Seis Subsidiárias Estrangeiras (M6)

Em  $N = 6$  foram simulados todos os possíveis valores de  $K = \{0, 1, 2, 3, 4, 5\}$  e  $T = \{9, 49, 100, 196\}$ . Para cada um desses valores combinados geramos uma paisagem de adaptação. Dessa forma, todas as possíveis combinações de valores para as subsidiárias estrangeiras da multinacional (M6) foram levadas em consideração.

Com relação ao tempo de processamento, foram necessários alguns segundos para gerar cada uma das amostras no Eclipse e para o Matlab reproduzir a respectiva paisagem da adaptação.

#### 4.1.1 $K = 0$

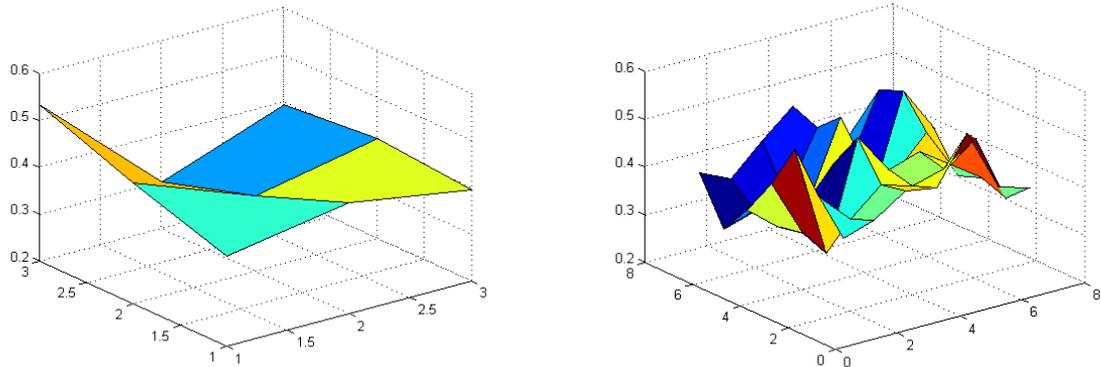
Inicialmente analisamos a caminhada adaptativa de M6 partindo do pressuposto que suas subsidiárias são independentes entre si, de modo que elas não possuem nenhuma relação umas com as outras ( $K=0$ ).

Em  $T = 9$ , a paisagem possui dois picos (pontos ótimos) (0,535 e 0,414), sendo o primeiro um ótimo global, isto é, a melhor adaptação entre todas as possíveis na paisagem (ver Figura 5a). Por outro lado, a paisagem possui dois vales (0,361 e 0,298), isto é, as escolhas menos eficientes de M6. Com isso, a maior variação possível numa caminhada nessa paisagem de adaptação é 0,237 (0,535 – 0,298).

Quando  $T = 49$ , a paisagem possui seis picos (0,543, 0,535, 0,524, 0,522, 0,504 e 0,502) e quatro vales (0,318, 0,306 e 0,298 x 2) (ver Figura 5b). Isso mostra que à medida que o tempo passa, novas possibilidades de adaptação surgem na paisagem, permitindo que M6 busque melhores posicionamentos, aqui representados pelos picos da Figura 5b.

Ao comparamos o ótimo global na paisagem (0,543) em  $T = 49$  em relação ao ótimo global da paisagem em  $T = 9$  (0,535), verificamos que o primeiro é ligeiramente maior. Como o menor vale é o mesmo nas duas paisagens (0,298), a variação na paisagem de adaptação (5b) é maior 0,245 (0,543 – 0,298).

**Figura 5 - Paisagem de adaptação para  $N = 6$ ,  $K = 0$ ,  $T = 9$  (a) e  $T = 49$  (b).**



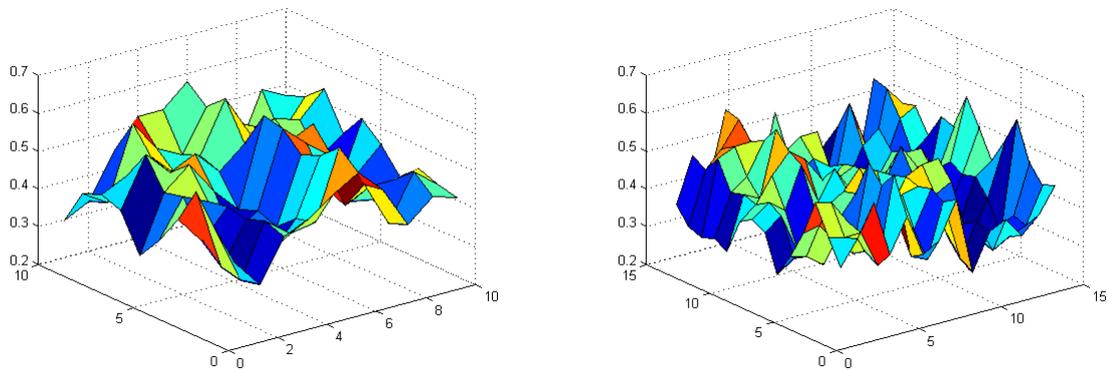
**Fonte: Próprio autor.**

Continuando, em  $T = 100$ , a paisagem de adaptação é um pouco mais acidentada em relação a  $T = 49$ , que, por sua vez, é mais acidentada que a paisagem em  $T = 9$ . Assim, ela possui 12 picos (0,588, 0,579 x 3, 0,567, 0,543 x 3, 0,536, 0,535 x 2 e 0,524) e 9 vales (0,331 x 2, 0,318 x 4, 0,306 e 0,298 x 2) (ver Figura 6a). A maior variação na adaptação dessa paisagem é de 0,290. Um fato que pode atrapalhar a caminhada adaptativa de M6 é se ela for em direção a algum pico que não é o melhor da paisagem e, em seguida, ficar aprisionada nesse local. Isso porque, ao atingir esse pico, não existe nenhuma adaptação melhor na vizinhança.

Por fim, em  $T = 196$ , tem-se a paisagem de adaptação mais acidentada dentre todos os  $T$ 's analisados. Essa paisagem possui 16 picos (0,588 x 3, 0,579 x 3, 0,567, 0,555 x 2, 0,543 x 4, 0,536 e 0,535 x 2) e 15 vales (0,306 x 7, 0,298 x 5 e 0,286 x 3) (ver Figura 6b). A maior variação na adaptação dessa paisagem é 0,302<sup>16</sup>.

<sup>16</sup> Salienta-se que, apesar de o ótimo global nessas duas paisagens ser o mesmo (0,588), a primeira possui um e a segunda paisagem possui três ótimos globais.

**Figura 6 - Paisagem de adaptação para N = 6, K = 0, T = 100 (a) e T = 196 (b).**



**Fonte: Próprio autor.**

A Tabela 1 mostra a adaptação média e o desvio padrão da paisagem para  $K = 0$  ao longo do tempo. Em todas as unidades de tempo, a adaptação média ficou dentro do intervalo de confiança 95%. Além disso, como há interseção entre os quatro intervalos de confiança, não podemos rejeitar a hipótese de que não há diferenças significativas entre as adaptações médias ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 1 - Análise de cada paisagem para  $K=0$  ao longo do tempo**

T	Média	$\sigma$	95% IC
<b>9</b>	0,4096	0,0655	(0,3593; 0,4600)
<b>49</b>	0,41372	0,06539	(0,39494; 0,43250)
<b>100</b>	0,4381	0,07026	(0,42416; 0,45204)
<b>196</b>	0,42581	0,07332	(0,41548; 0,43614)

**Fonte: Próprio autor.**

**Legenda: T = Tempo,  $\sigma$  = Desvio Padrão, 95% IC = Intervalo de Confiança de 95%.**

Em síntese, os resultados para  $K = 0$ , subsidiárias com interdependência nula ou totalmente independentes, indicam:

- A paisagem se torna mais acidentada à medida que o tempo passa. Existem poucos picos e vales quando  $T = 9$ , e esse número cresce quando  $T$  aumenta.
- A adaptação de M6 não melhora significativamente ao longo do tempo.

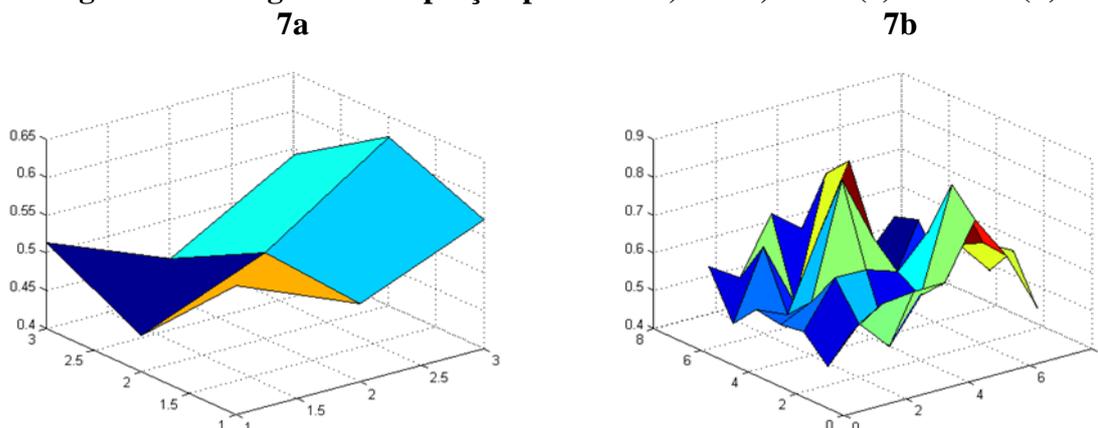
#### 4.1.2 $K = 1$

Aqui, cada uma das subsidiárias estrangeiras de M6 está interconectada a uma única outra, o que ilustra um grau “muito baixo” de interdependência entre elas ( $K=1$ ).

Em  $T = 9$ , a paisagem possui dois picos (0,623 e 0,514) e dois vales (0,448 x 2). (ver Figura 7a). A maior variação possível nessa paisagem é 0,175, o que significa que a melhor adaptação possível para M6 é evoluir da escolha menos eficiente para a melhor escolha dentre todas na paisagem.

A paisagem de adaptação em  $T = 49$  possui seis picos (0,842 x 3, 0,690, 0,633 e 0,571), sendo três ótimos globais e dois ótimos locais, e cinco vales (0,458, 0,448 x 2, 0,424 e 0,415) (ver Figura 7b), com a maior variação de 0,427. Assim, essa paisagem possui mais picos do que a paisagem anterior. Além disso, esses picos são mais altos.

**Figura 7 - Paisagem de adaptação para  $N = 6$ ,  $K = 1$ ,  $T = 9$  (a) e  $T = 49$  (b).**



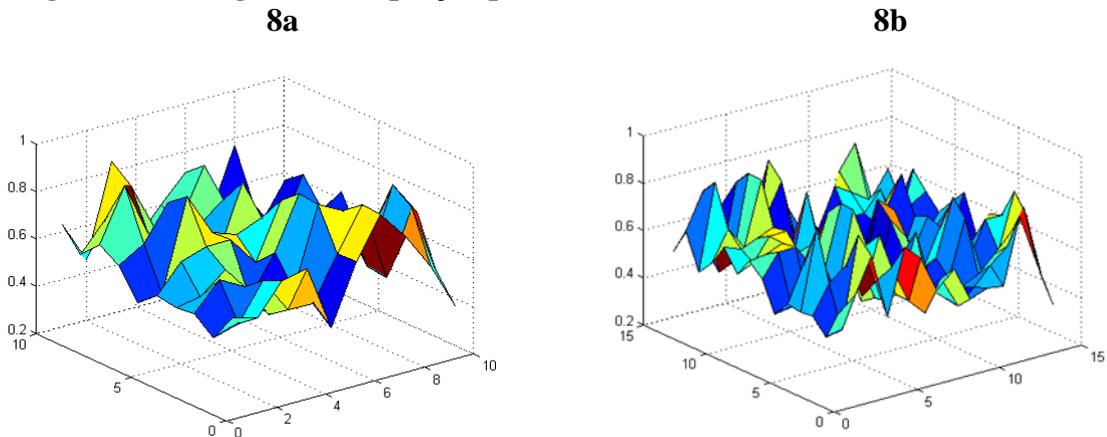
**Fonte: Próprio autor.**

Em  $T = 100$  (ver Figura 8a) e  $T = 196$  (ver Figura 8b), suas paisagens possuem o relevo mais acidentado em relação aos dois relevos anteriores. A primeira tem 12 picos (0,842 x 5, 0,779 x 4, 0,623 x 2 e 0,570) e 12 vales (0,448 x 2, 0,436 x 2, 0,424 x 3, 0,415 x 3, 0,404 e 0,367), com a maior variação possível na adaptação da multinacional de 0,475. A segunda tem 16 picos (0,842 x 5, 0,779 x 8, 0,690, 0,649 x 2) e 15 vales (0,430 x 3, 0,425 x 2, 0,424 x 3, 0,415 x 3, 0,404 x 2 e 0,367 x 2), também com a maior variação possível na adaptação da multinacional de 0,475.

As duas paisagens possuem cinco ótimos globais (0,842), mas a segunda possui mais ótimos locais. Em contrapartida, a segunda paisagem também possui mais vales. Apesar disso,

não houve evidências de que as adaptações médias dessas duas paisagens fossem estatisticamente diferentes ( $p < 0,05$ ).

**Figura 8 - Paisagem de adaptação para  $N = 6$ ,  $K = 1$ ,  $T = 100$  (a) e  $T = 196$  (b).**



**Fonte: Próprio autor.**

A Tabela 2 mostra a adaptação média e o desvio padrão de cada amostra. As adaptações médias obtidas estão dentro dos respectivos intervalos de confiança considerando 95%. Verifica-se ainda que não há interseção entre o primeiro ( $T=9$ ) e o terceiro intervalo ( $T=100$ ). Isso nos permite rejeitar a hipótese de que não há diferenças significativas entre as adaptações médias obtidas nessas duas unidades de tempo ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 2 - Análise de cada paisagem para  $K=1$  ao longo do tempo**

<b>T</b>	<b>Média</b>	<b><math>\sigma</math></b>	<b>95% IC</b>
<b>9</b>	0,5261	0,0577	( 0,4818; 0,5705)
<b>49</b>	0,5877	0,1088	( 0,5564; 0,6189)
<b>100</b>	0,5959	0,1234	( 0,5715; 0,6204)
<b>196</b>	0,57639	0,11491	(0,56020; 0,59258)

**Fonte: Próprio autor.**

**Legenda: T = Tempo,  $\sigma$  = Desvio Padrão, 95% IC = Intervalo de Confiança de 95%.**

Em síntese, os resultados para  $K = 1$ , subsidiárias com interdependência com uma outra subsidiária indicam:

- A paisagem se torna mais acidentada à medida que o tempo passa;
- A maior variação possível na adaptação da multinacional ocorre nas paisagens quando  $T = 100$  e  $T = 196$ , (0,475);

- c) Essas duas paisagens obtiveram cinco ótimos globais (0,842), isto é, as melhores escolhas dentre todas possíveis;
- d) A paisagem em  $T = 100$  produz melhor resultado do que a paisagem em  $T = 9$ , uma vez que a adaptação média daquela foi significativamente maior do que desta.

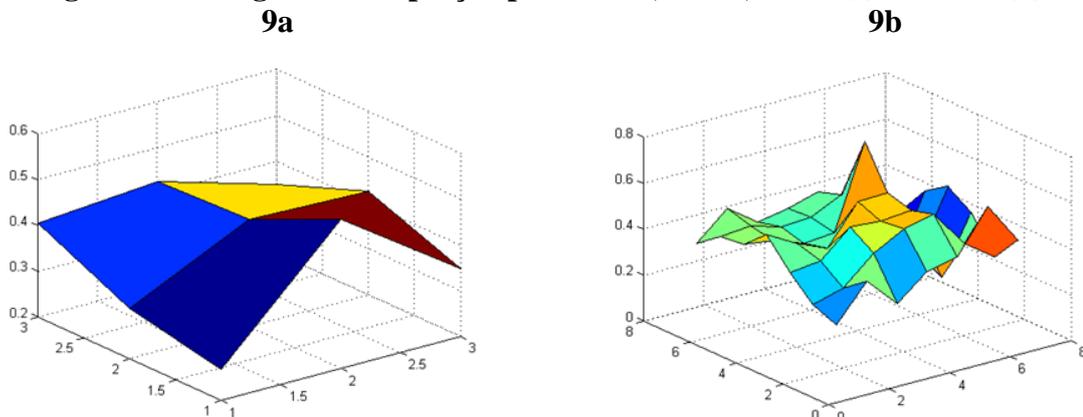
#### 4.1.3 $K = 2$

Quando  $K=2$ , temos uma situação que ilustra um “baixo” grau de interdependência entre subsidiárias estrangeiras de M6. Ou seja, uma determinada subsidiária está conectada a somente duas outras subsidiárias.

A paisagem em  $T = 9$  possui dois picos (0,526 e 0,425) e dois vales (0,311 e 0,270) (ver Figura 9a). Isso significa que M6 tem duas escolhas para melhorar sua adaptação. Além disso, a maior variação possível na caminhada adaptativa nesta paisagem é de 0,256. Na melhor das hipóteses, M6 pode sair da escolha menos eficiente na paisagem (mínimo global) para a melhor adaptação possível dentre todas (ótimo global).

Em  $T = 49$ , a paisagem possui sete picos (0,744, 0,610, 0,565 x 2, 0,564 e 0,526 x 2), sendo um deles o ótimo global (ver Figura 9b). Fica evidente, neste caso, que se M6 caminhar em direção aos ótimos locais, ainda assim, não será uma ótima escolha, pois eles estão próximos da adaptação média dessa paisagem. Ou seja, a escolha de M6 pode acarretar uma adaptação subótima ao ambiente. Ademais, a paisagem possui cinco vales (0,270, 0,258, 0,209, 0,169 e 0,108). Assim, a maior variação possível na adaptação da multinacional nessa paisagem é de 0,636.

**Figura 9 - Paisagem de adaptação para  $N = 6$ ,  $K = 2$ ,  $T = 9$  (a) e  $T = 49$  (b).**

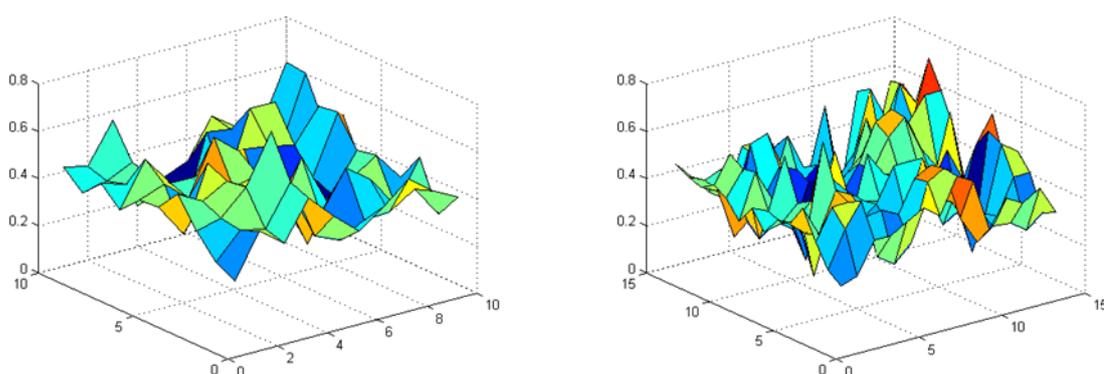


Fonte: Próprio autor.

Em seguida, em  $T = 100$ , a paisagem tem 14 picos (0,744, 0,610 x 2, 0,601, 0,573 x 2, 0,572, 0,565 x 2, 0,564 x 2, 0,542 e 0,536 x 2) e 12 vales (0,263 x 5, 0,258, 0,216, 0,209, 0,169, 0,161, 0,108 x 2) (ver Figura 10a). A maior variação possível na adaptação da multinacional nessa paisagem é a mesma para  $T = 49$  (0,636), isto é, na melhor das hipóteses, M6 sairia da escolha menos eficiente para a melhor adaptação possível na paisagem.

Por fim, a paisagem em  $T = 196$  (ver Figura 10b) é ainda mais acidentada do que a da Figura 10a. Ela possui 19 picos (0,744 x 2, 0,632 x 4, 0,611 x 4, 0,601 x 5, 0,585 e 0,573 x 3) e 15 vales (0,258 x 2, 0,257 x 3, 0,233, 0,216 x 2, 0,209, 0,169 x 2, 0,162, 0,108 x 3), mas ainda assim, a maior variação possível na adaptação da multinacional também é de 0,636.

**Figura 10 - Paisagem de adaptação para  $N = 6$ ,  $K = 2$ ,  $T = 100$  (a) e  $T = 196$  (b).**



Fonte: Próprio autor.

A Tabela 3 mostra a adaptação média e o desvio padrão de cada amostra. Em todas as unidades de tempo, a adaptação média ficou dentro do intervalo de confiança 95%. Além disso, como há interseção entre os quatro intervalos de confiança, não podemos rejeitar a hipótese de que não há diferenças significativas entre as adaptações médias ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 3 - Análise de cada paisagem para  $K=2$  ao longo do tempo**

T	Média	$\sigma$	95% IC
9	0,3883	0,0771	( 0,3290; 0,4475)
49	0,4171	0,1139	( 0,3844; 0,4498)
100	0,4042	0,1139	( 0,3816; 0,4268)
196	0,41273	0,12031	(0,39578; 0,42967)

Fonte: Próprio autor.

Legenda: T = Tempo,  $\sigma$  = Desvio Padrão, 95% IC = Intervalo de Confiança de 95%.

Em síntese, os resultados para  $K = 2$ , subsidiárias com interdependência de duas outras subsidiárias, indicam:

- a) A paisagem se torna mais complexa à medida que o tempo passa;
- b) A maior variação possível na adaptação da multinacional ocorre nas paisagens quando  $T = 49$ ,  $T = 100$  e  $T = 196$ , (0,636);
- c) Essas três paisagens possuem o mesmo ótimo global (0,744), mas a última possui dois ótimos globais ou as melhores adaptações dentre todas possíveis;
- d) Parece que M6 não melhora significativamente sua adaptação ao longo do tempo, já que não há diferenças significativas entre as adaptações médias.

#### **4.1.4 $K = 3$**

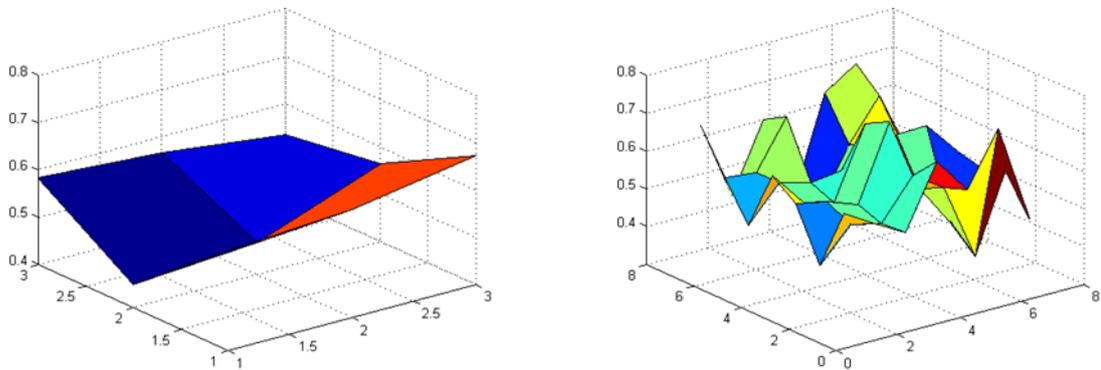
Para  $K=6$ , cada subsidiária estrangeira de M6 está interconectada a três outras subsidiárias. A nosso ver, isso ilustra uma situação cujo grau de interdependência entre subsidiárias é “médio”.

Em  $T = 9$ , a paisagem possui dois picos (0,673 e 0,583) e dois vales (0,468 e 0,448) (ver Figura 11a). A maior variação possível na adaptação da multinacional nessa paisagem é de 0,225. Isso significa que, na melhor das hipóteses, essa interdependência entre as subsidiárias pode levar M6 da escolha menos eficiente para a melhor adaptação possível.

A Figura 11b representa a paisagem em  $T = 49$ . Ela possui oito picos (0,734, 0,729 x 2, 0,700, 0,684 x 2, 0,673 e 0,584) e seis vales (0,448, 0,420, 0,417 x 3 e 0,360), o que resulta numa variação máxima possível na adaptação da multinacional de 0,374.

O ótimo global da segunda paisagem (0,734) é maior que o da primeira (0,673). Além disso, a segunda paisagem possui cinco ótimos locais mais altos que o ótimo global da primeira paisagem. Apesar disso, parece não haver diferenças significativas na adaptação média entre essas duas paisagens ( $p < 0,05$ ).

**Figura 11 - Paisagem de adaptação para  $N = 6$ ,  $K = 3$ ,  $T = 9$  (a) e  $T = 49$  (b).**



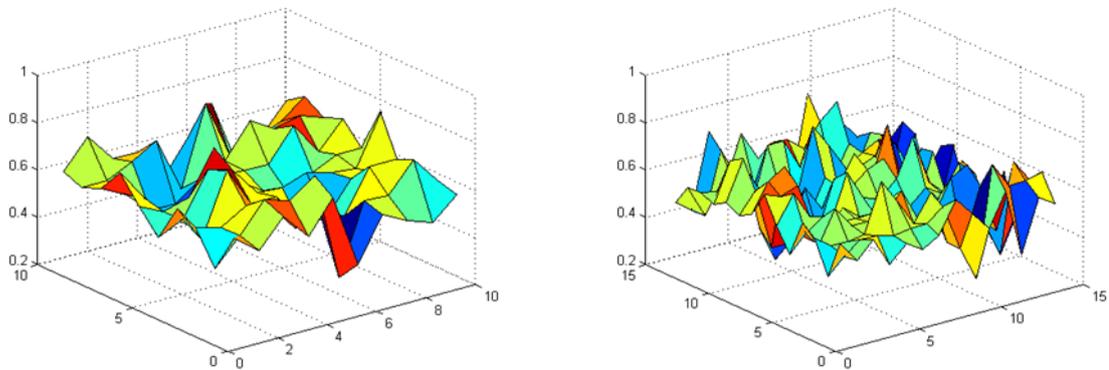
**Fonte: Próprio autor.**

A paisagem de adaptação em  $T = 100$  possui 15 picos (0,751 x 2, 0,734, 0,729 x 2, 0,700, 0,684 x 5, 0,673 x 3 e 0,666) e 14 vales (0,453, 0,452, 0,448, 0,420 x 2, 0,417 x 5, 0,412, 0,360 x 2 e 0,269), indicando uma possível variação máxima na adaptação de  $M_6$  de 0,482 (Figura 12a). Cabe destacar que essa paisagem tem dois ótimos globais (0,751). Isso significa que, por um lado,  $M_6$  pode seguir dois caminhos distintos e ainda assim obter a melhor adaptação possível na paisagem. Por outro lado, ela também pode ir em direção a algum ótimo local e ficar aprisionada neste pico, o que poderia limitar sua adaptação naquela vizinhança.

A Figura 12b mostra a paisagem de adaptação em  $T = 196$ . O relevo é bem mais acidentado que o da Figura 12a, indicando maior complexidade. Como  $M_6$  tem apenas uma visão local da paisagem, ela pode caminhar para locais subótimos e ficar aprisionada nesse local, prejudicando sua adaptação geral.

Essa paisagem possui 21 picos (0,778, 0,751 x 5, 0,734 x 2, 0,729 x 2, 0,700, 0,685 x 2, 0,666 x 2, 0,620 x 3, 0,613 x 2 e 0,543) e 20 vales (0,412 x 3, 0,385 x 3, 0,360 x 4, 0,356 x 4, 0,298 x 2, 0,269 x 4), com a maior variação possível na adaptação da multinacional de 0,509. Isso significa que existe uma pequena probabilidade de  $M_6$  se deslocar do menor vale (0,269) para o maior pico (0,778).

**Figura 12 - Paisagem de adaptação para N = 6, K = 3, T = 100 (a) e T = 196 (b).**



**Fonte: Próprio autor.**

A Tabela 4 mostra a adaptação média e o desvio padrão da paisagem para  $K = 3$  ao longo do tempo. Em todas as amostras, a adaptação média ficou dentro do intervalo de confiança 95%. Além disso, não podemos rejeitar a hipótese de que não há diferenças significativas entre as adaptações médias ( $p < 0,05$ ), uma vez que existe interseção entre os quatro intervalos de confiança.

**Tabela 4 - Análise de cada paisagem para K=3 ao longo do tempo**

T	Média	$\sigma$	95% IC
9	0,5644	0,0728	( 0,5084; 0,6203)
49	0,5655	0,0895	( 0,5398; 0,5912)
100	0,55781	0,09229	(0,53950; 0,57612)
196	0,54218	0,10639	(0,52719; 0,55716)

**Fonte: Próprio autor.**

**Legenda: T = Tempo,  $\sigma$  = Desvio Padrão, 95% IC = Intervalo de Confiança de 95%.**

Em síntese, os resultados para  $K = 3$ , subsidiárias interconectadas com três outras, indicam:

- A maior variação possível na adaptação da multinacional ocorreu na paisagem quando  $T = 196$ ;
- Em  $T = 100$ , a paisagem possui dois ótimos globais, ou as melhores adaptações possíveis para a multinacional;
- Parece que não existem diferenças significativas entre a adaptação média de M6 nas quatro unidades de tempo ( $p < 0,05$ ).

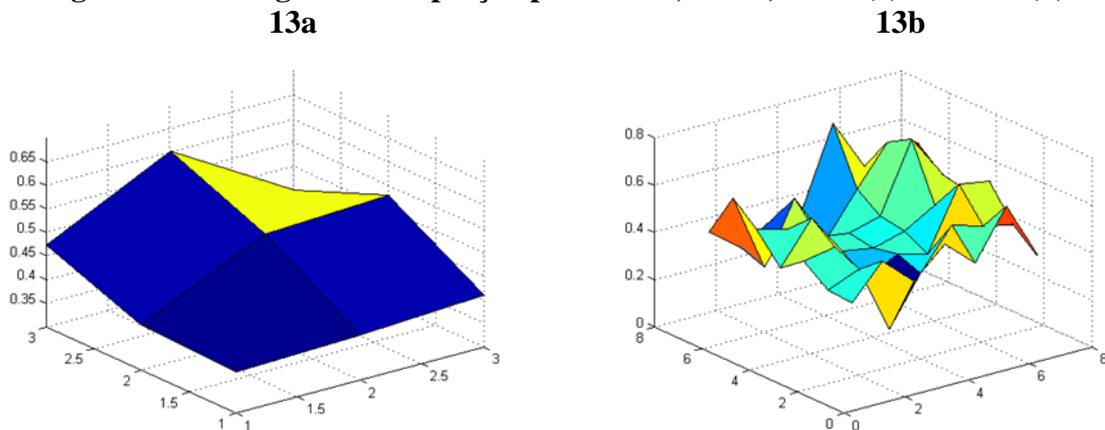
#### 4.1.5 $K = 4$

Quando  $K$  assume o valor quatro, temos uma situação com “alto” grau de interdependência entre as subsidiárias estrangeiras de M6.

A paisagem de adaptação da multinacional em  $T = 9$  é apresentada na Figura 13a. Ela tem dois picos (0,601 e 0,531) e dois vales (0,410 e 0,388). Assim, a maior variação possível na adaptação da multinacional é de 0,213, ou seja, na melhor das hipóteses, M6 pode sair da escolha menos eficiente para a melhor adaptação possível nessa paisagem.

Já a paisagem em  $T = 49$  possui nove picos (0,733, 0,722, 0,661, 0,625, 0,602, 0,573, 0,538 x 2 e 0,501) e sete vales (0,365 x 2, 0,332, 0,319, 0,313, 0,273 e 0,160) (ver Figura 13b). Dessa forma, a maior variação possível na adaptação da multinacional nessa paisagem é de 0,573. Por um lado, o ótimo global e quatro ótimos locais dessa paisagem são maiores do que o ótimo global da paisagem em  $T = 9$ . Portanto, à medida que o tempo passa, M6 pode melhorar sua adaptação. Por outro lado, todos os vales da paisagem anterior são menores do que o menor vale desta paisagem, de tal modo que, ao longo da sua caminhada adaptativa, M6 também pode fazer escolhas menos eficientes do que no início da caminhada.

**Figura 13 - Paisagem de adaptação para  $N = 6$ ,  $K = 4$ ,  $T = 9$  (a) e  $T = 49$  (b).**



**Fonte: Próprio autor.**

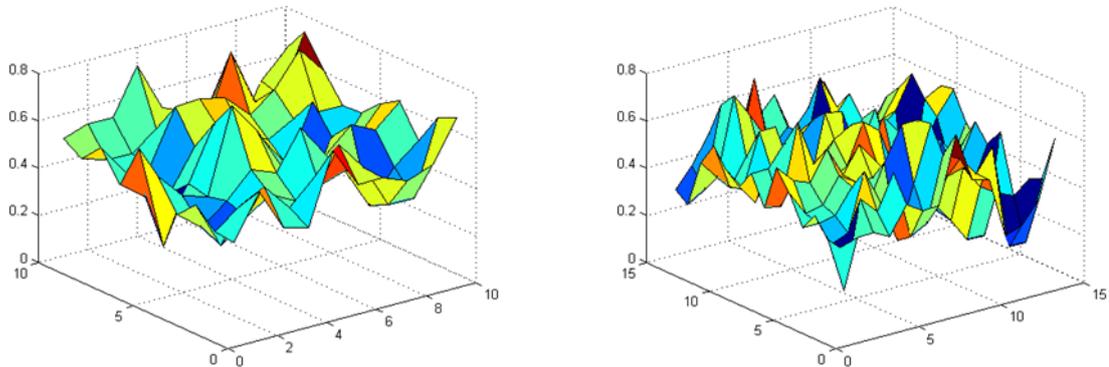
Em  $T = 100$ , a paisagem de adaptação possui 16 picos (0,733 x 3, 0,722 x 2, 0,661 x 2, 0,625 x 2, 0,602, 0,580 x 2, 0,573 x 2, 0,538 x 2) e 14 vales (0,364 x 2, 0,359, 0,350, 0,332, 0,319, 0,313 x 4, 0,273 x 3 e 0,160) (ver Figura 14a). A maior variação possível na adaptação da multinacional também é de 0,573.

Em  $T = 196$ , a paisagem de adaptação é ainda mais acidentada em relação à anterior (ver Figura 14b). Ela conta com 23 picos (0,733 x 4, 0,722 x 3, 0,661 x 3, 0,652, 0,625 x 2,

0,602 x 3, 0,587 x 2, 0,580 x 3 e 0,573 x 2) e 22 vales (0,313 x 7, 0,273 x 3, 0,258, 0,252 x 2, 0,160 x 9). A maior variação possível na adaptação é a mesma: 0,573.

Se por um lado essa paisagem possui quatro ótimos globais, por outro, ela tem nove mínimos globais (a escolha menos eficiente de toda a paisagem), o que indica que as escolhas de M6 podem não ser as mais eficientes para sua adaptação.

**Figura 14 - Paisagem de adaptação para N = 6, K = 4, T = 100 (a) e T = 196 (b).**



Fonte: Próprio autor.

A Tabela 5 mostra a adaptação média e o desvio padrão da paisagem para K = 4 ao longo do tempo. Nesse caso, a adaptação média de todas as amostras ficou dentro do intervalo de confiança 95%. Além disso, não podemos rejeitar a hipótese de que não há diferenças significativas entre as adaptações médias ( $p < 0,05$ ), uma vez que existe interseção entre os quatro intervalos de confiança.

**Tabela 5 - Análise de cada paisagem para K=4 ao longo do tempo**

T	Média	$\sigma$	95% IC
9	0,4626	0,0745	( 0,4054; 0,5199)
49	0,4671	0,1139	( 0,4344; 0,4998)
100	0,4845	0,1128	( 0,4621; 0,5069)
196	0,46033	0,12706	(0,44243; 0,47823)

Fonte: Próprio autor.

Legenda: T = Tempo,  $\sigma$  = Desvio Padrão, 95% IC = Intervalo de Confiança de 95%.

Em síntese, os resultados para K = 4, subsidiárias interconectadas com outras quatro, indicam:

- As paisagens em T = 49, T = 100 e T = 196 obtiveram a mesma variação máxima na adaptação da multinacional (0,573);

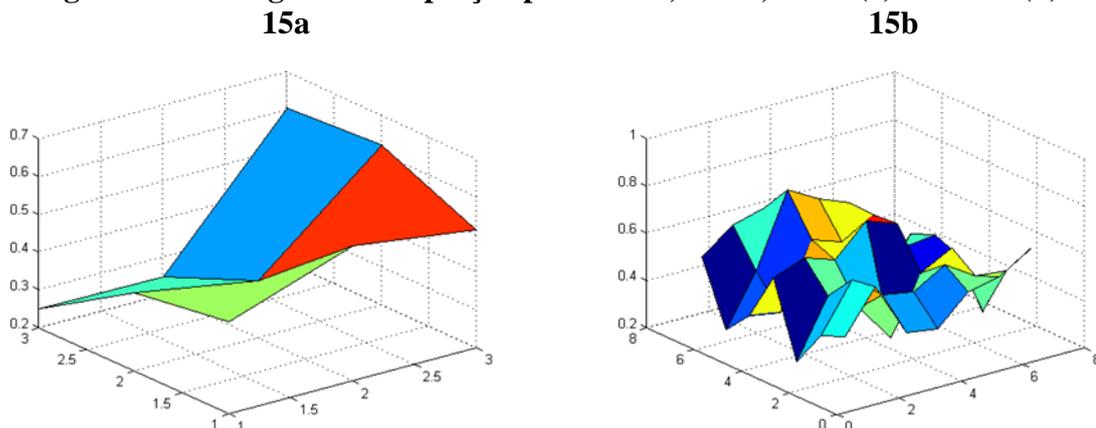
- b) A paisagem em  $T = 100$  obteve três ótimos globais e em  $T = 196$  houve quatro;
- c) Em contrapartida, a paisagem em  $T = 196$  obteve nove mínimos globais. Isso mostra que, ao final da caminhada, há maiores chances de M6 pode ficar aprisionada em locais subótimos, prejudicando sua adaptação;
- d) Parece não haver diferenças significativas na adaptação da multinacional quando as adaptações médias obtidas nas quatro unidades de tempo são comparadas ( $p < 0,05$ ).

#### 4.1.6 $K = 5$

Finalmente, essa é a última situação para uma multinacional com seis subsidiárias. Aqui, todas as subsidiárias estão interconectadas entre si, configurando um grau de interdependência “máximo” ou “muito alto” entre subsidiárias. Nesta situação, uma vez que uma subsidiária altera sua configuração, todas as outras também vão se alterar.

A paisagem de adaptação em  $T = 9$  possui dois picos (0,623 e 0,558) e dois vales (0,249 e 0,246), cuja maior variação possível na adaptação da multinacional é 0,377 (ver Figura 15a). Por sua vez, em  $T = 49$ , a paisagem de adaptação possui nove picos (0,771, 0,695 x 2, 0,641, 0,623, 0,611, 0,591, 0,560 e 0,509) e oito vales (0,329, 0,296 x 2, 0,249 x 3 e 0,246 x 2) (ver Figura 15b). A maior variação possível na adaptação da multinacional é 0,525.

**Figura 15 - Paisagem de adaptação para  $N = 6$ ,  $K = 5$ ,  $T = 9$  (a) e  $T = 49$  (b).**



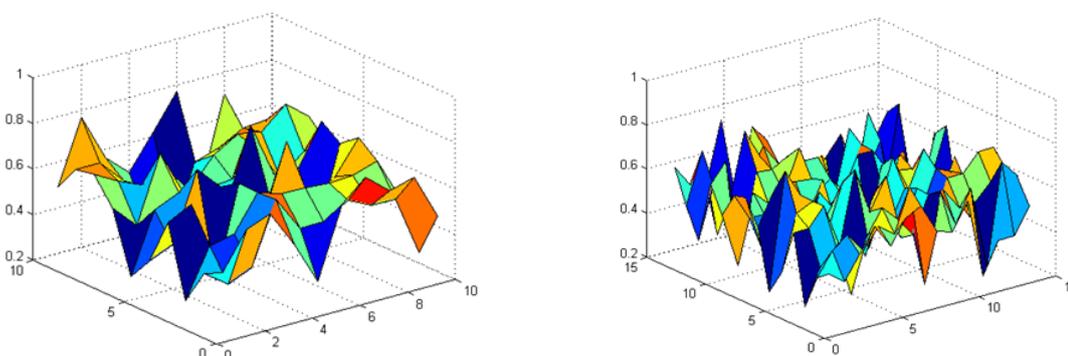
**Fonte: Próprio autor.**

A paisagem de adaptação em  $T = 100$  possui 18 picos (0,771 x 4, 0,705 x 4, 0,695 x 3, 0,648, 0,631, 0,611 x 2, 0,601 e 0,597 x 2) e 15 vales (0,393, 0,376, 0,351, 0,329 x 2, 0,296 x 3, 0,249 x 3, 0,246 x 2 e 0,245 x 2) (ver Figura 16a). A maior variação possível na adaptação de M6 é 0,526. Tal variação aumentou em relação à paisagem anterior devido ao menor vale

que surgiu nessa paisagem, já que o maior pico tem o mesmo valor nas duas paisagens. Além disso, essa paisagem tem quatro ótimos globais e apenas dois mínimos globais.

Em  $T = 196$ , a paisagem de adaptação possui 26 picos ( $0,771 \times 4$ ,  $0,705 \times 12$ ,  $0,695 \times 4$ ,  $0,648$ ,  $0,611 \times 3$  e  $0,597 \times 2$ ) e 22 vales ( $0,296$ ,  $0,295 \times 3$ ,  $0,280 \times 2$ ,  $0,249 \times 6$ ,  $0,246 \times 2$ ,  $0,245 \times 8$ ) (ver Figura 16b). A maior variação possível na adaptação também é de  $0,526$ . Além disso, o número de ótimos globais também é o mesmo, quatro. Por outro lado, aumentaram-se o número de mínimos globais (oito) e o número de picos e vales da paisagem.

**Figura 16 - Paisagem de adaptação para  $N = 6$ ,  $K = 5$ ,  $T = 100$  (a) e  $T = 196$  (b).**



Fonte: Próprio autor.

A Tabela 6 mostra a adaptação média e o desvio padrão da paisagem para  $K = 5$ . Em cada unidade de tempo, a adaptação média ficou dentro do intervalo de confiança 95%. Além disso, como não existe interseção entre os quatro intervalos de confiança, não podemos rejeitar a hipótese de que não há diferenças significativas entre as adaptações médias ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 6 - Análise de cada paisagem para  $K=5$  ao longo do tempo**

T	Média	$\sigma$	95% IC
9	0,4445	0,1429	( 0,3346; 0,5544)
49	0,4922	0,1325	( 0,4542; 0,5303)
100	0,5262	0,1295	( 0,5006; 0,5519)
196	0,51121	0,13514	(0,49217; 0,53025)

Fonte: Próprio autor.

Legenda: T = Tempo,  $\sigma$  = Desvio Padrão, 95% IC = Intervalo de Confiança de 95%.

Em síntese, os resultados para  $K = 5$ , subsidiárias interconectadas com outras quatro, ilustrando o grau de interdependência “muito alto”, indicam:

- a) A maior variação possível na adaptação da multinacional é a mesma em  $T = 100$  e  $T = 196$ ;
- b) Essas duas paisagens, juntamente com a paisagem em  $T = 49$ , obtiveram o mesmo ótimo global (0,771);
- c) O número de ótimos globais em  $T = 100$  e  $T = 196$  é o mesmo, quatro;
- d) Há evidências de que as diferenças da média nas quatro unidades de tempo não são significativas do ponto de vista estatístico ( $p < 0,05$ ).

#### 4.1.7 Análise comparativa entre os valores de $K = \{0, 1, 2, 3, 4, 5\}$

A análise comparativa implica contrastar os resultados obtidos para os valores de  $K$  em cada unidade de tempo ( $T = \{9, 49, 100 \text{ e } 149\}$ ) a fim de identificar similaridades e diferenças.

A complexidade das seis paisagens de adaptação de  $M6$  ( $K = \{0, 1, 2, 3, 4, 5\}$ ) em  $T = 9$  é similar (ver Tabela 7). Todas as paisagens possuem dois picos e dois vales, o que sugere que para pequenos valores de  $T$ , a paisagem não aumenta sua complexidade à medida que  $K$  aumenta. Além disso, todas as paisagens possuem apenas um ótimo global, isto é, a melhor adaptação entre todas na paisagem.

**Tabela 7 - Comparativo entre as paisagens para  $N = 6$  em  $T = 9$**

<b>K</b>	<b>Picos</b>	<b>Vales</b>	<b>Nº OG</b>	<b>Nº MG</b>	<b>OG</b>	<b>MG</b>	<b>Varição</b>
<b>0</b>	2	2	1	1	0,535	0,298	0,237
<b>1</b>	2	2	1	2	0,623	0,448	0,175
<b>2</b>	2	2	1	1	0,526	0,270	0,256
<b>3</b>	2	2	1	1	0,673	0,448	0,225
<b>4</b>	2	2	1	1	0,601	0,388	0,213
<b>5</b>	2	2	1	1	0,623	0,246	0,377

Fonte: Próprio autor.

Legenda: Nº OG = Número de Ótimos Globais, Nº MG = Número de Mínimos Globais, OG = Ótimo Global, MG = Mínimo Global.

De maneira mais detalhada, o melhor ótimo global foi o da paisagem para  $K = 3$ , com uma adaptação de 0,673. Em seguida vieram os ótimos globais das paisagens para  $K = 1$  e  $K = 5$ , com uma adaptação de 0,623. Os piores foram os das paisagens para  $K = 0$  e  $K = 2$ , cujas adaptações máximas foram 0,535 e 0,526, respectivamente.

Com exceção da paisagem para  $K = 1$  que possui dois mínimos globais, todas as outras possuem apenas um mínimo global, ou seja, a escolha menos eficiente que  $M6$  pode fazer na

paisagem. Ainda assim, a escolha menos eficiente quando  $K = 1$  é igual para  $K = 3$  (0,448) e mais eficiente que as escolhas menos eficientes das outras paisagens. As piores escolhas dentre todas é a da paisagem para  $K = 5$ , com uma adaptação de 0,246, seguida por 0,270 da paisagem para  $K = 2$ .

A paisagem para  $K = 3$  obteve a melhor adaptação possível (0,673) entre todas as paisagens, com uma adaptação 0,05 maior em relação a  $K = 1$  e  $K = 5$ , as segundas maiores (0,623). Do outro lado, o menor ótimo global dentre as paisagens (0,526) ocorreu para  $K = 2$ . Ademais, a paisagem quando  $K = 3$  também possui o maior mínimo global entre as paisagens (0,448), e sua variação máxima é de 0,225. Neste ponto, a paisagem quando  $K = 5$  é a que possibilita a maior variação possível na adaptação da multinacional (0,377) e, em contrapartida, a paisagem para  $K = 1$  é a que tem a menor variação, apenas 0,175.

Além desses resultados, testamos se havia diferenças significativas entre as adaptações médias obtidas nas diversas paisagens ( $p < 0,05$ ). Chegamos ao resultado que as paisagens para  $K = 1$  e  $K = 3$  produzem melhor resultado do que as paisagens para  $K = 0$  e  $K = 2$  (ver Tabela 8). Isto é, a adaptação média de M6 nessas duas paisagens é significativamente maior que as outras duas.

**Tabela 8 - Análise entre as paisagens para  $N=6$  em  $T=9$**

<b>K</b>	<b>Média</b>	<b><math>\sigma</math></b>	<b>95% IC</b>
<b>0</b>	0,4096	0,0655	(0,3593; 0,4600)
<b>1</b>	0,5261	0,0577	(0,4818; 0,5705)
<b>2</b>	0,3883	0,0771	(0,3290; 0,4475)
<b>3</b>	0,5644	0,0728	(0,5084; 0,6203)
<b>4</b>	0,4626	0,0745	(0,4054; 0,5199)
<b>5</b>	0,4445	0,1429	(0,3346; 0,5544)

**Fonte: Próprio autor.**

**Legenda: T = Tempo,  $\sigma$  = Desvio Padrão, 95% IC = Intervalo de Confiança de 95%.**

Em seguida, comparamos as paisagens de adaptação da multinacional em  $T = 49$ . Isso significa que M6 saiu do ponto inicial de sua caminhada adaptativa para um ponto intermediário, representado por um acréscimo de 40 unidades de tempo.

Quando  $K = 0$ , o número de picos e vales na paisagem é seis e quatro, respectivamente. A paisagem para  $K = 1$  possui a mesma quantidade de picos da paisagem anterior, porém tem cinco vales. Quando  $K = 2$ , a paisagem de adaptação possui sete picos e cinco vales. Já para  $K = 3$  são oito picos e seis vales. A quantidade de picos na paisagem para  $K = 4$  e  $K = 5$  é a mesma,

nove. Entretanto, a primeira possui sete vales e a segunda, oito vales. Sumarizamos esses resultados na Tabela 9.

**Tabela 9 - Comparativo entre as paisagens para N = 6 em T = 49**

<b>K</b>	<b>Picos</b>	<b>Vales</b>	<b>Nº OG</b>	<b>Nº MG</b>	<b>OG</b>	<b>MG</b>	<b>Variação</b>
<b>0</b>	6	4	1	2	0,543	0,298	0,245
<b>1</b>	6	5	3	1	0,842	0,415	0,427
<b>2</b>	7	5	1	1	0,744	0,108	0,636
<b>3</b>	8	6	1	1	0,734	0,360	0,374
<b>4</b>	9	7	1	1	0,733	0,160	0,573
<b>5</b>	9	8	1	2	0,771	0,246	0,525

Fonte: Próprio autor.

Legenda: Nº OG = Número de Ótimos Globais, Nº MG = Número de Mínimos Globais, OG = Ótimo Global, MG = Mínimo Global.

Ao compararmos o número de ótimos globais em cada paisagem, nota-se que, com exceção da paisagem para K = 1 que possui três ótimos globais, todas as demais possuem apenas um. Isso significa que M6 tem mais chance de buscar sua adaptação máxima quando cada uma de suas subsidiárias estão interconectadas com apenas uma outra. Por outro lado, as paisagens para K = 0 e K = 5 possuem dois mínimos globais ou a escolha menos eficiente na paisagem, enquanto as demais têm apenas um.

Ainda em relação à Tabela 9, ao compararmos a altura dos picos e vales, que representam a adaptação de M6, percebe-se que a melhor adaptação possível dentre todas é a da paisagem para K = 1. Seu ótimo global é 0,842. A segunda paisagem com o maior ótimo global é a de K = 5, medindo 0,771. Em contrapartida, o menor ótimo global é 0,543, da paisagem para K = 0. Do outro lado, o menor mínimo global é 0,108, da paisagem para K = 2, e o maior é 0,415 da paisagem para K = 1. Com isso, a maior variação possível na adaptação da multinacional dentre todas é a da paisagem para K = 2, com uma variação de 0,636.

Na Tabela 10, mostramos os resultados dos testes estatísticos que mostram a significância das diferenças entre as adaptações média de M6 em T=49. É possível notar que as paisagens para K = 1 e K = 3 produzem melhores resultados que as demais, sendo que esses resultados são estatisticamente significativos ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 10 - Análise entre as paisagens para N=6 em T=49**

K	Média	$\sigma$	95% IC
0	0,41372	0,06539	(0,39494; 0,43250)
1	0,5877	0,1088	( 0,5564; 0,6189)
2	0,4171	0,1139	( 0,3844; 0,4498)
3	0,5655	0,0895	( 0,5398; 0,5912)
4	0,4671	0,1139	( 0,4344; 0,4998)
5	0,4922	0,1325	( 0,4542; 0,5303)

Fonte: Próprio autor.

Legenda: T = Tempo,  $\sigma$  = Desvio Padrão, 95% IC = Intervalo de Confiança de 95%.

Logo após, comparamos as paisagens de adaptação em T = 100, ou seja, M6 fez uma caminhada de 51 unidades de tempo adicionais, ou mais da metade da caminhada adaptativa considerada neste trabalho. O número de picos e vales aumentou nesta situação. Quando K = 0 e K = 1, as paisagens possuem 12 picos. A primeira possui nove vales e a segunda, 12 vales. A paisagem para K = 2 possui 14 picos e 12 vales, enquanto que a paisagem para K = 3 tem 15 picos e 14 vales. Para valores altos de K, a paisagem possui 16 picos e 14 vales (K = 4) e 18 picos e 15 vales (K = 5). Essas informações estão sumarizadas na Tabela 11.

**Tabela 11 - Comparativo entre as paisagens para N = 6 e T = 100**

K	Picos	Vales	Nº OG	Nº MG	OG	MG	Varição
0	12	9	1	2	0,588	0,298	0,290
1	12	12	5	1	0,842	0,367	0,475
2	14	12	1	2	0,744	0,108	0,636
3	15	14	2	1	0,751	0,269	0,482
4	16	14	3	1	0,733	0,160	0,573
5	18	15	4	2	0,771	0,245	0,526

Fonte: Próprio autor.

Legenda: Nº OG = Número de Ótimos Globais, Nº MG = Número de Mínimos Globais, OG = Ótimo Global, MG = Mínimo Global.

A paisagem para K = 1 é a que possui a maior quantidade de ótimos globais, são cinco. Em seguida vem as paisagens para K = 5 com quatro e para K = 4 com três ótimos globais. Do outro lado, as paisagens para K = 0, K = 2 e K = 5 possuem dois mínimos globais, enquanto as demais possuem apenas um.

O maior pico dentre todos é o da paisagem para K = 1, com uma adaptação de 0,842. Em seguida vem o pico da paisagem para K = 5 cuja adaptação é 0,771. Em contrapartida, o menor ótimo global é o da paisagem para K = 0 com uma adaptação de 0,588. Assim, em

T=100, a melhor adaptação possível pode ocorrer quando a multinacional tem baixo grau de interdependência entre suas subsidiárias ( $K = 1$ ).

Em relação ao mínimo global, a menor adaptação dentre todas é 0,108 da paisagem para  $K = 2$ , seguido por 0,160 da paisagem para  $K = 4$  e 0,245 quando  $K = 5$ . Por outro lado, os maiores mínimos globais são os das paisagens quando  $K = 1$  e  $K = 0$  com adaptações de 0,367 e 0,298, respectivamente. Dessa forma, as escolhas menos eficientes de M6 com “baixo” ou “nenhum” grau de interdependência entre suas subsidiárias estrangeiras ( $K = 1$  e  $K = 0$ , respectivamente) são melhores (mais eficientes) em relação às escolhas menos eficientes com “alto” grau de interdependência entre essas afiliadas ( $K = 4$  e  $K = 5$ ).

Assim, as maiores variações possíveis na adaptação da multinacional podem ocorrer nas paisagens quando  $K = 2$  e  $K = 4$ , cujos valores são 0,636 e 0,573, respectivamente. Do outro lado, as menores variações possíveis são as das paisagens para  $K = 0$  e  $K = 1$ , com adaptações de 0,290 e 0,475, respectivamente. O que impulsionou a maior variação da paisagem para  $K = 2$  e  $K = 4$  foi o mínimo global das duas paisagens (0,108 e 0,160, respectivamente) que são muito menores que os demais. E quanto às menores variações das paisagens para  $K = 0$  e  $K = 1$ , no primeiro caso foi devido ao ótimo global (0,588) ter uma adaptação pequena se comparado aos demais, e, na segunda situação, o mínimo global é o maior dentre os demais (0,367), ou seja, a escolha menos eficiente dessa paisagem é melhor que a escolha menos eficiente das outras paisagens.

Pela Tabela 12 é possível perceber que a paisagem para  $K = 1$  produz melhor resultado que as paisagens para  $K = 0$ ,  $K = 2$ ,  $K = 4$  e  $K = 5$ . Além disso, a paisagem para  $K = 3$  produz melhor resultado que as paisagens para  $K = 0$ ,  $K = 2$  e  $K = 4$ . Isso significa que a adaptação média da multinacional nessas duas paisagens é estatisticamente significativa em relação às outras ( $p < 0,05$ ). Portanto, sugerimos que, em  $T = 100$ , M6 melhor se adapta quando suas subsidiárias estrangeiras possuem grau de interdependência “baixo” ou “médio”, isto é, elas se interconectam a uma única ( $K = 1$ ) ou a três subsidiárias ( $K = 3$ ).

**Tabela 12 - Análise entre as paisagens para N=6 em T=100**

<b>K</b>	<b>Média</b>	<b><math>\sigma</math></b>	<b>95% IC</b>
<b>0</b>	0,4381	0,07026	(0,42416; 0,45204)
<b>1</b>	0,5959	0,1234	( 0,5715; 0,6204)
<b>2</b>	0,4042	0,1139	( 0,3816; 0,4268)
<b>3</b>	0,55781	0,09229	(0,53950; 0,57612)
<b>4</b>	0,4845	0,1128	( 0,4621; 0,5069)
<b>5</b>	0,5262	0,1295	( 0,5006; 0,5519)

**Fonte: Próprio autor.**

**Legenda: T = Tempo,  $\sigma$  = Desvio Padrão, 95% IC = Intervalo de Confiança de 95%.**

Por fim, analisamos os resultados de M6 ao final de sua caminhada, ou seja, em T = 196. Inicialmente notamos que o número de picos e vales aumenta à medida que K também aumenta. Isso mostra que o sistema vai se tornando mais complexo ao longo do tempo com o aumento do grau de interdependência entre as subsidiárias de M6. Por conseguinte, esse “alto” grau de complexidade pode trazer imprevisibilidade para as escolhas de M6, uma vez que ela se torna mais míope em relação à paisagem de adaptação. Isso quer dizer que M6 passa a ter conhecimento apenas da vizinhança de sua adaptação atual, o que pode dificultar sua caminhada adaptativa em busca de melhores adaptações.

Com relação ao número de ótimos globais, a paisagem que obteve o maior número foi para K = 1 com cinco. Em seguida, com quatro ótimos globais, as paisagens para K = 4 e K = 5. Por último, com três, dois e um ótimos globais ficaram as paisagens para K = 0, K = 2 e K = 3, respectivamente. Isso significa que quando as subsidiárias de M6 estão interconectadas a apenas uma outra subsidiária há maiores possibilidades de M6 atingir sua melhor adaptação ao ambiente.

Quanto ao número de mínimos globais, a paisagem para K = 4 foi a que obteve o maior número, nove. Logo após veio a paisagem para K = 5 com oito mínimos globais e para K = 3 com quatro. Dessa forma, ao final de sua caminhada, M6 com alto grau de interdependência entre suas subsidiárias estrangeiras tem grandes possibilidades de fazer escolhas menos eficientes, prejudicando sua adaptação (ver Tabela 13).

**Tabela 13 - Comparativo entre as paisagens para N = 6 em T = 196**

<b>K</b>	<b>Picos</b>	<b>Vales</b>	<b>Nº OG</b>	<b>Nº MG</b>	<b>OG</b>	<b>MG</b>	<b>Variação</b>
<b>0</b>	16	15	3	3	0,588	0,286	0,302
<b>1</b>	16	15	5	2	0,842	0,367	0,475
<b>2</b>	19	15	2	3	0,744	0,108	0,636
<b>3</b>	21	20	1	4	0,778	0,269	0,509
<b>4</b>	23	22	4	9	0,733	0,160	0,573
<b>5</b>	26	22	4	8	0,771	0,245	0,526

**Fonte: Próprio autor.**

**Legenda: Nº OG = Número de Ótimos Globais, Nº MG = Número de Mínimos Globais, OG = Ótimo Global, MG = Mínimo Global.**

Os valores de adaptação dos ótimos globais das paisagens tiveram apenas uma alteração em relação à unidade de tempo  $T = 100$ . A maior adaptação possível continua sendo da paisagem para  $K = 1$  com 0,842, mas a segunda maior adaptação em  $T = 196$  ficou com a paisagem para  $K = 3$  com 0,778, e em seguida com a paisagem para  $K = 5$  com 0,771. O menor ótimo global permaneceu com a paisagem para  $K = 0$  com uma adaptação de 0,588. Quanto às adaptações dos mínimos globais de cada paisagem, também houve apenas uma alteração em relação à unidade temporal anterior ( $T = 100$ ). Os menores mínimos globais são os das paisagens para  $K = 2$  e  $K = 4$  com uma adaptação de 0,108 e 0,160, respectivamente, e os maiores são os das paisagens para  $K = 1$  e  $K = 0$ , com 0,367 e 0,286. Esse último diminuiu de 0,298 em  $T = 100$  para 0,286 em  $T = 196$ . Os demais permaneceram inalterados.

Com isso, as maiores variações possíveis na adaptação da multinacional se mantiveram na paisagem para  $K = 2$  (0,636) e  $K = 4$  (0,573), e as menores variações possíveis nas paisagens para  $K = 1$  e  $K = 0$  com valores de 0,475 e 0,302, respectivamente.

Em relação aos resultados dos testes estatísticos, temos que a paisagem para  $K = 1$  produz melhor resultado que as outras paisagens, isto é, a adaptação média de M6 para  $K=1$  é estatisticamente significativa em relação às demais ( $p < 0,05$ ) (ver Tabela 14). Portanto, ao final de sua caminhada, M6 possui a melhor adaptação média quando suas subsidiárias se interconectam a apenas uma outra.

**Tabela 14 - Análise entre as paisagens para N=6 em T=196**

<b>K</b>	<b>Média</b>	<b><math>\sigma</math></b>	<b>95% IC</b>
<b>0</b>	0,42581	0,07332	(0,41548; 0,43614)
<b>1</b>	0,57639	0,11491	(0,56020; 0,59258)
<b>2</b>	0,41273	0,12031	(0,39578; 0,42967)
<b>3</b>	0,54218	0,10639	(0,52719; 0,55716)
<b>4</b>	0,46033	0,12706	(0,44243; 0,47823)
<b>5</b>	0,51121	0,13514	(0,49217; 0,53025)

**Fonte: Próprio autor.**

**Legenda: T = Tempo,  $\sigma$  = Desvio Padrão, 95% IC = Intervalo de Confiança de 95%.**

Tomados em conjuntos, os resultados da análise comparativa mostram que:

- a) Ao se comparar todos os T's para um mesmo K, praticamente todos os resultados obtidos não são significativos, ou seja, quando M6 fixa o grau de interdependência das subsidiárias, sua caminhada não produz melhores resultados do ponto de vista estatístico. Assim, tanto faz, no curto ou longo prazo, a adaptação média será a mesma<sup>17</sup>;
- b) A interdependência entre subsidiárias está relacionada à adaptação de M6 ao longo do tempo. Para caminhadas mais curtas, um grau de interdependência “muito baixo” ou “médio” produz adaptações médias mais elevadas de M6, enquanto que para caminhadas longas, um grau de interdependência “muito baixo” resulta na melhor adaptação média. Em outras palavras, quando M6 possui um grau de interdependência “muito baixo” entre suas subsidiárias estrangeiras, sua adaptação média é melhor ao longo do tempo. Isso vem sendo delineado desde o início de sua caminhada, mas com resultados que não eram significativos ( $p < 0,05$ ). Ao final da caminhada, porém, os resultados se tornaram significativos, o que corrobora essa tendência inicial.

Portanto, os resultados para as simulações de M6 com diversos graus de interdependência em distintas unidades de tempo indicam que caminhar com o mesmo K não produz melhores adaptações médias, mas caminhar com K's diferentes produz melhores adaptações médias, neste caso, graus de interdependência “muito baixo” e “médio” no início da caminhada e “muito baixo” ao final.

<sup>17</sup> A única exceção ocorre em K = 1. Nesse caso, a adaptação média em T = 100 é estatisticamente significativa em relação a T = 9 ( $p < 0,05$ ).

## 4.2 Multinacional com 58 Subsidiárias Estrangeiras: M58

Para  $N = 58$  foram simulados os valores de  $K = \{0, 5, 14, 28, 43, 57\}$  conforme mencionado na metodologia. Nesta seção vamos analisar cada valor de  $K$  e  $T$  e depois compará-los.

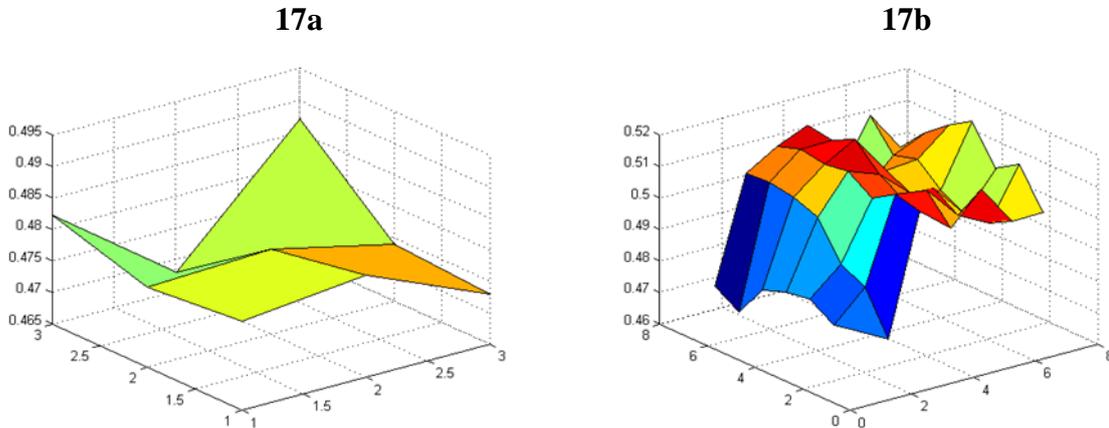
Com relação ao tempo de processamento, da mesma forma que para M6, aqui também foram necessários alguns segundos para gerar cada uma das amostras no Eclipse e para o Matlab reproduzir a respectiva paisagem da adaptação.

### 4.2.1 $K = 0$

Em  $T = 9$  a paisagem possui dois picos (0,487 e 0,482), sendo o primeiro um ótimo global ou a melhor adaptação entre todas as possíveis na paisagem (ver Figura 17a). Por outro lado, essa paisagem possui dois vales (0,473 e 0,468), isto é, as escolhas menos eficientes da multinacional. Com isso, a maior variação possível numa caminhada nessa paisagem de adaptação é 0,019.

Quando  $T = 49$ , a paisagem possui seis picos (0,520, 0,519, 0,516, 0,515, 0,514 e 0,512) e cinco vales (0,479, 0,478, 0,474, 0,473 e 0,468) (ver Figura 17b). O ótimo global nessa paisagem é 0,520, maior que o ótimo global do início da caminhada de M58, enquanto que o mínimo global é 0,468, o mesmo que o início de sua caminhada. Assim, a variação máxima é de 0,052. Isso significa que, após 40 unidades de tempo, novas possibilidades de adaptação surgem na paisagem, permitindo que M58 busque melhores posicionamentos.

**Figura 17 - Paisagem de adaptação para  $N = 58$ ,  $K = 0$ ,  $T = 9$  (a) e  $T = 49$  (b).**

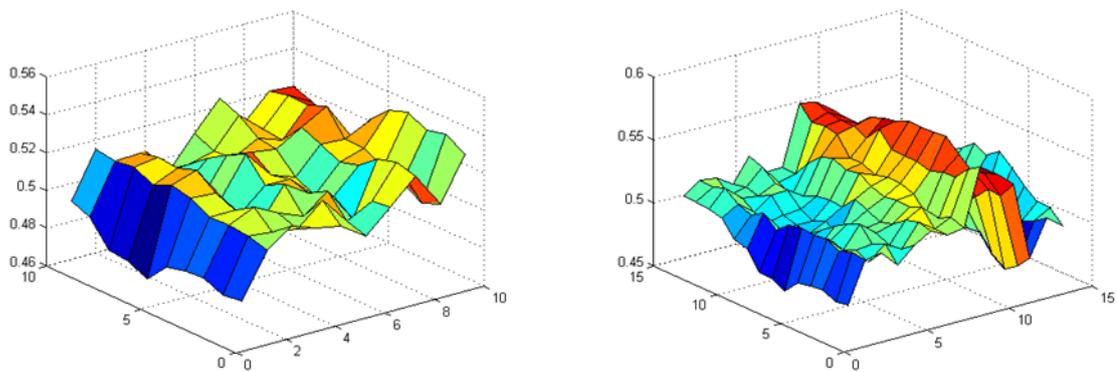


Fonte: Próprio autor.

Continuando, em  $T = 100$ , a paisagem de adaptação é um pouco mais acidentada em relação às anteriores. Ela possui 12 picos (0,534, 0,531, 0,530, 0,529, 0,527, 0,525, 0,524 x 2 e 0,523 x 2) e oito vales (0,482, 0,481, 0,479 x 2, 0,478, 0,474, 0,473 e 0,468) (ver Figura 18a). A maior variação na adaptação dessa paisagem é de 0,066.

Por fim, em  $T = 196$ , tem-se a paisagem de adaptação mais acidentada dentre todas as anteriores (Figura 18b). Essa paisagem possui 15 picos (0,564, 0,562 x 2, 0,561, 0,558, 0,556, 0,555 x 2, 0,534, 0,531 x 2, 0,529, 0,526 x 2 e 0,522) e 13 vales (0,480, 0,479 x 3, 0,478 x 2, 0,474 x 2, 0,473, 0,468, 0,467 x 2 e 0,460). A variação máxima na adaptação dessa paisagem é 0,104.

**Figura 18 - Paisagem de adaptação para  $N = 58$ ,  $K = 0$ ,  $T = 100$  (a) e  $T = 196$  (b).**



**Fonte: Próprio autor.**

A Tabela 15 mostra a adaptação média e o desvio padrão da paisagem para  $K = 0$  ao longo do tempo. Em todas as unidades de tempo, a adaptação média ficou dentro do intervalo de confiança 95%. Além disso, como só existe interseção entre os intervalos de confiança em  $T = 49$  e  $T = 100$ , podemos rejeitar a hipótese de que não há diferenças significativas entre as adaptações médias ( $p < 0,05$ ). Assim, a adaptação média em  $T = 49$  e em  $T = 100$  é maior do que em  $T = 9$ , e a adaptação média em  $T = 196$  é maior do que nas demais unidades de tempo.

**Tabela 15 - Análise de cada paisagem para  $K=0$  ao longo do tempo**

<b>T</b>	<b>Média</b>	<b><math>\sigma</math></b>	<b>95% IC</b>
<b>9</b>	0,47791	0,00566	(0,47357; 0,48226)
<b>49</b>	0,50194	0,01332	(0,49811; 0,50576)
<b>100</b>	0,50718	0,01288	(0,50462; 0,50973)
<b>196</b>	0,51319	0,02153	(0,51016; 0,51622)

**Fonte: Próprio autor.**

**Legenda: T = Tempo,  $\sigma$  = Desvio Padrão, 95% IC = Intervalo de Confiança de 95%.**

Em síntese, os resultados para  $K = 0$ , subsidiárias com interdependência nula ou totalmente independentes indicam:

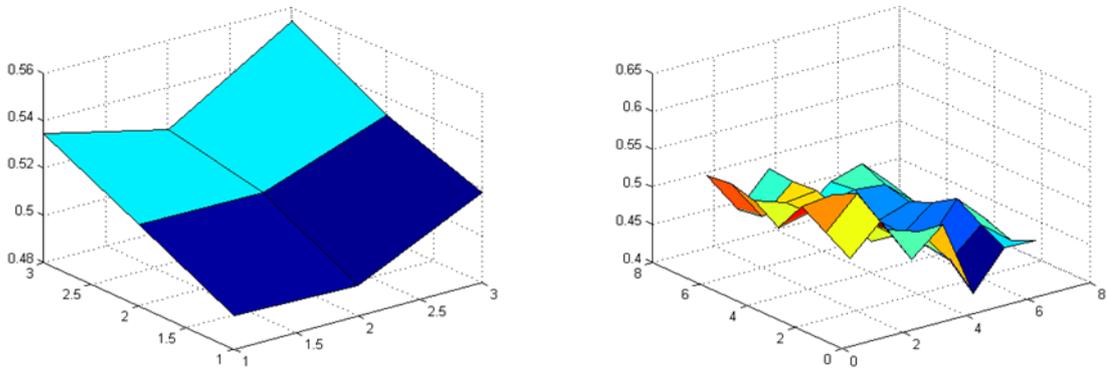
- a) M58 com subsidiárias totalmente independentes pode melhorar significativamente sua adaptação ao final da caminhada.

#### **4.2.2 $K = 5$**

Aqui, cada uma das subsidiárias estrangeiras de M58 está interconectada a cinco outras, o que ilustra um nível “muito baixo” de interdependência entre elas.

Em  $T = 9$ , a paisagem possui dois picos (0,554 e 0,534) e um vale (0,493) (ver Figura 19a). Dessa forma, a maior variação possível nessa paisagem é 0,061. Por sua vez, a paisagem de adaptação em  $T = 49$  possui seis picos (0,554, 0,540, 0,534, 0,522, 0,518 e 0,510) e seis vales (0,438, 0,434 x 2, 0,432 x 2 e 0,405) (ver Figura 19b), com a maior variação possível na adaptação da multinacional de 0,149. Isso significa que, passadas 40 unidades de tempo, M58 com grau “muito baixo” de interdependência, pode piorar sua adaptação. Como essa paisagem possui mais vales, isto é, escolhas menos eficientes, pode ser que ela fique aprisionada em algum ponto subótimo, o que a impedirá de alcançar maiores adaptações.

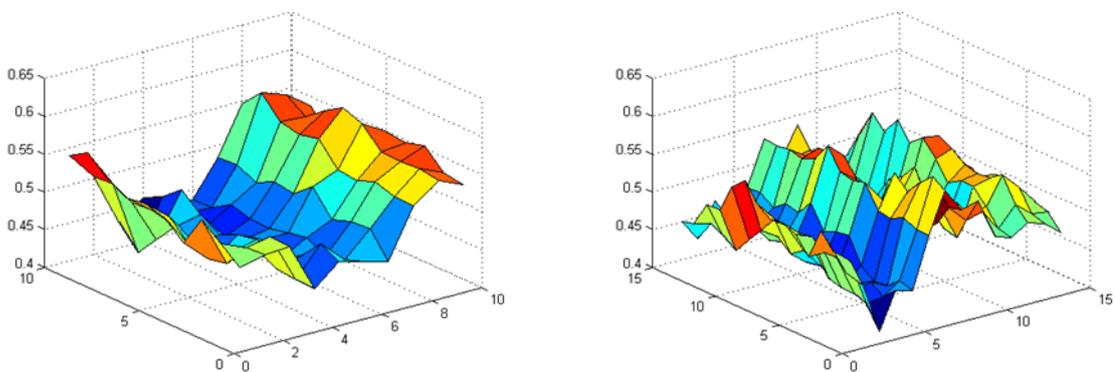
**Figura 19 - Paisagem de adaptação para  $N = 58$ ,  $K = 5$ ,  $T = 9$  (a) e  $T = 49$  (b).**



**Fonte: Próprio autor.**

Quando  $T = 100$  (Figura 20a) e  $T = 196$  (Figura 20b), suas paisagens possuem o relevo mais acidentado em relação aos dois relevos anteriores. Com isso, a primeira tem 19 picos (0,579, 0,572, 0,568, 0,563, 0,561, 0,549, 0,510, 0,507 e 0,494) e 10 vales (0,439, 0,438 x 2, 0,437 x 2, 0,434 x 2, 0,432 x 2 e 0,405), com a maior variação possível na adaptação da multinacional de 0,174. Já a segunda paisagem tem 16 picos (0,579, 0,572, 0,570, 0,568, 0,563 x 2, 0,561 x 2, 0,558, 0,550, 0,549, 0,545, 0,534, 0,504, 0,496 e 0,493) e 14 vales (0,441, 0,440 x 3, 0,439, 0,438 x 2, 0,437 x 2, 0,434 x 2, 0,432 x 2 e 0,405), também com a maior variação possível na adaptação da multinacional de 0,174.

**Figura 20 - Paisagem de adaptação para  $N = 58$ ,  $K = 5$ ,  $T = 100$  (a) e  $T = 196$  (b).**



**Fonte: Próprio autor.**

A Tabela 16 sumariza a adaptação média e o desvio padrão da paisagem para  $K = 5$  ao longo do tempo. A adaptação média em  $T = 9$  é maior ( $p < 0,05$ ) do que nas outras unidades de tempo. Isso significa que a melhor adaptação de M58 é obtida no início de sua caminhada.

**Tabela 16 - Análise de cada paisagem para K=5 ao longo do tempo**

T	Média	$\sigma$	95% IC
9	0,51967	0,01953	(0,50465; 0,53468)
49	0,47603	0,03392	(0,46628; 0,48577)
100	0,49193	0,04137	(0,48372; 0,50014)
196	0,49773	0,0352	(0,49277; 0,50269)

Fonte: Próprio autor.

Legenda: T = Tempo,  $\sigma$  = Desvio Padrão, 95% IC = Intervalo de Confiança de 95%.

Em síntese, os resultados para K = 5, subsidiárias com interdependência de cinco outras subsidiárias, indicam:

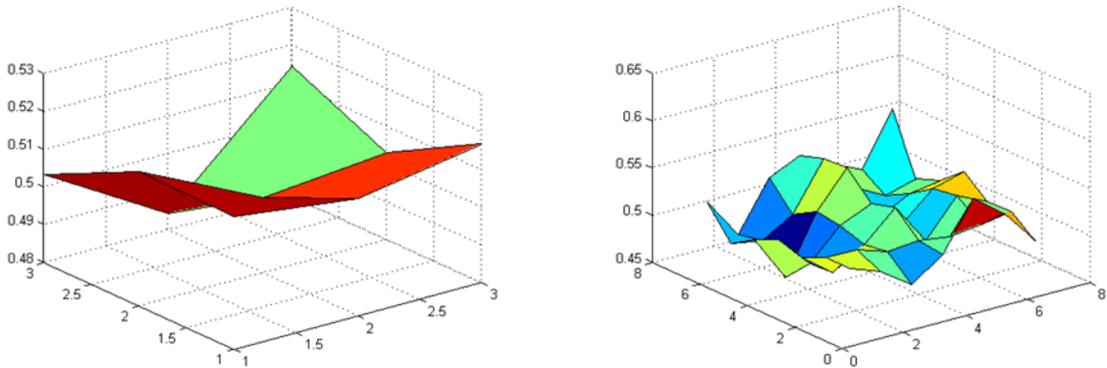
- a) M58 com grau “muito baixo” de interdependência obtém o melhor resultado em seu início de caminhada. Isso significa que ela não melhora sua adaptação ao longo do tempo.

#### 4.2.3 K = 14

K=14 representa um “baixo” grau de interdependência entre subsidiárias estrangeiras de uma multinacional que possui 58 afiliadas (M58). Os resultados da simulação da caminhada adaptativa dessa multinacional estão descritos a seguir.

Em T = 9, a paisagem possui três picos (0,517, 0,515 e 0,514) e um vale (0,484) (ver Figura 21a). Além disso, a maior variação possível em sua caminhada adaptativa é de 0,033. Por sua vez, em T = 49, a paisagem possui sete picos (0,563, 0,554, 0,549, 0,539, 0,530, 0,525 e 0,512) e seis vales (0,481, 0,479, 0,478, 0,477, 0,473 e 0,451) (ver Figura 21b).

**Figura 21 - Paisagem de adaptação para  $N = 58$ ,  $K = 14$ ,  $T = 9$  (a) e  $T = 49$  (b).**

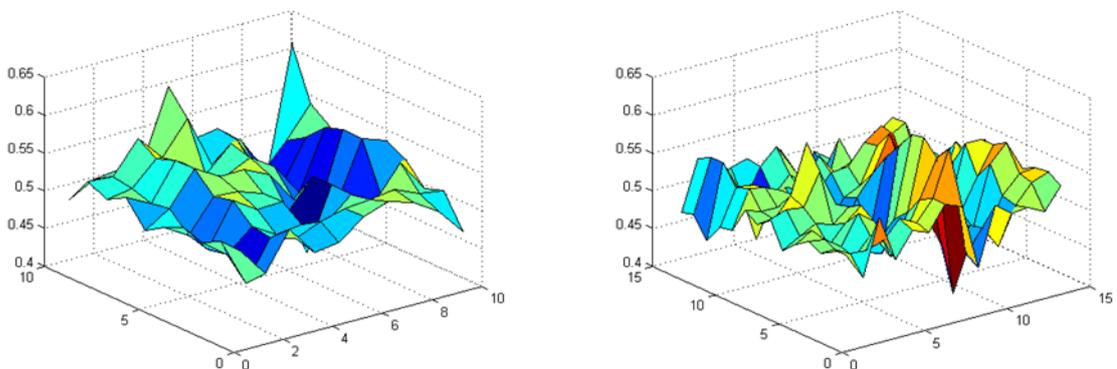


Fonte: Próprio autor.

Em seguida, em  $T = 100$ , a paisagem tem 14 picos (0,607, 0,594, 0,563, 0,554, 0,549, 0,548 x 3, 0,539 x 3, 0,538, 0,528 e 0,525) e 12 vales (0,475, 0,473 x 2, 0,462 x 3, 0,461, 0,457, 0,452, 0,451, 0,445 e 0,435) (ver Figura 22a). A maior variação possível na adaptação da multinacional nessa paisagem é 0,172.

Por fim, a paisagem em  $T = 196$  possui 20 picos (0,608 x 2, 0,603, 0,594, 0,589, 0,581, 0,576, 0,571, 0,566, 0,563, 0,562, 0,561 x 2, 0,560, 0,558, 0,554, 0,553, 0,550 e 0,549 x 2) e 18 vales (0,462 x 5, 0,461 x 2, 0,457, 0,453, 0,452 x 2, 0,451, 0,447, 0,445, 0,435, 0,419, 0,411 e 0,404), sendo a maior variação possível na adaptação da multinacional de 0,204 (ver Figura 22b).

**Figura 22 - Paisagem de adaptação para  $N = 58$ ,  $K = 14$ ,  $T = 100$  (a) e  $T = 196$  (b).**



Fonte: Próprio autor.

A Tabela 17 sumariza a adaptação média e o desvio padrão da paisagem para  $K = 14$  ao longo do tempo. Em todas as unidades de tempo, a adaptação média ficou dentro do intervalo

de confiança 95%. Além disso, como há interseção entre os quatro intervalos de confiança, não podemos rejeitar a hipótese de que não há diferenças significativas entre as adaptações médias ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 17 - Análise de cada paisagem para K=14 ao longo do tempo**

T	Média	$\sigma$	95% IC
9	0,50699	0,01062	(0,49883; 0,51515)
49	0,50814	0,02182	(0,50187; 0,51441)
100	0,50701	0,02833	(0,50139; 0,51263)
196	0,50824	0,03431	(0,50341; 0,51308)

Fonte: Próprio autor.

Legenda: T = Tempo,  $\sigma$  = Desvio Padrão, 95% IC = Intervalo de Confiança de 95%.

Em síntese, os resultados para K = 14, subsidiárias com interdependência “baixa”, indicam:

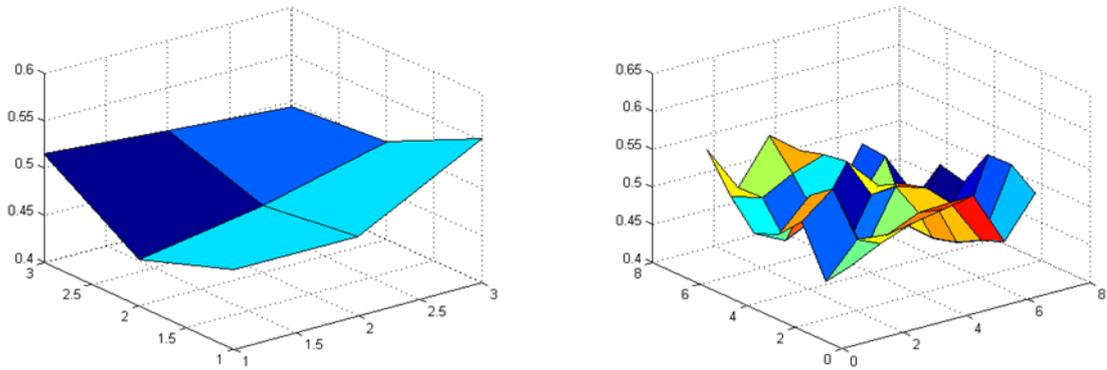
- a) Não há melhora significativa na adaptação da multinacional ao longo do tempo à medida em que as adaptações médias obtidas nas quatro unidades temporais não são estatisticamente distintas ( $p < 0,05$ ).

#### 4.2.4 K = 28

Na situação na qual 28 subsidiárias estrangeiras de M58 estão interconectadas, temos um grau “médio” de interdependência entre elas, cujos resultados da caminhada adaptativa são apontados a seguir.

Em T = 9, a paisagem possui dois picos (0,552 e 0,515) e dois vales (0,494 e 0,484) (ver Figura 23a). A maior variação possível na adaptação da multinacional nessa paisagem é de 0,068. A Figura 23b, por sua vez, representa a paisagem em T = 49. Ela possui oito picos (0,552, 0,549, 0,547, 0,539, 0,537, 0,533 x 2 e 0,529) e sete vales (0,443, 0,437, 0,432 x 2, 0,427, 0,425 e 0,423), o que resulta numa variação máxima possível na adaptação da multinacional de 0,129.

**Figura 23 - Paisagem de adaptação para  $N = 58$ ,  $K = 28$ ,  $T = 9$  (a) e  $T = 49$  (b).**

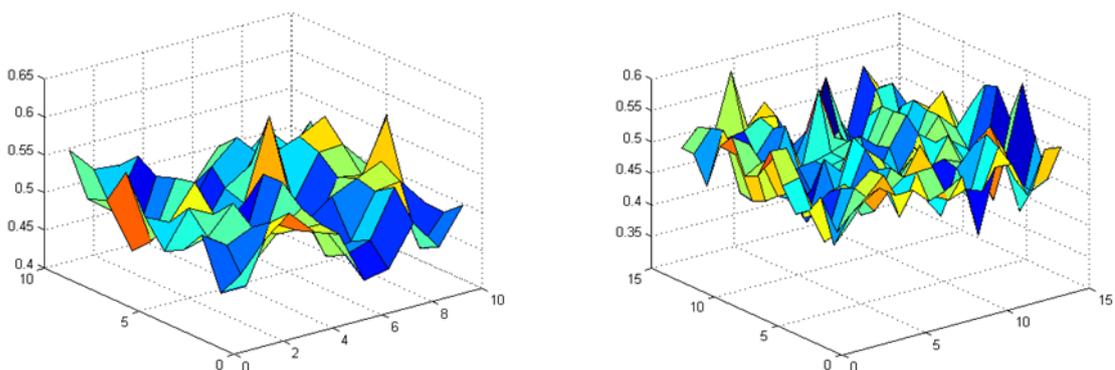


**Fonte: Próprio autor.**

A paisagem de adaptação em  $T = 100$  possui dezessete picos (0,594, 0,571, 0,556, 0,552, 0,549, 0,547, 0,539 x 2, 0,537, 0,533 x 2, 0,531 x 2, 0,529 x 3 e 0,523) e quatorze vales (0,447, 0,444, 0,443, 0,442, 0,440, 0,438, 0,437, 0,435, 0,432 x 2, 0,427, 0,425, 0,423 e 0,409) (ver Figura 24a), indicando uma possível variação máxima na adaptação da multinacional de 0,185.

A Figura 24b mostra a paisagem de adaptação em  $T = 196$ . O relevo é mais acidentado em relação aos anteriores, indicando maior complexidade ao longo do tempo. Essa paisagem possui 26 picos (0,595, 0,594, 0,573, 0,571, 0,566, 0,552, 0,549, 0,547, 0,546, 0,544 x 2, 0,542, 0,539 x 2, 0,537 x 2, 0,528, 0,522, 0,519 x 2, 0,518, 0,516, 0,511, 0,510, 0,508 e 0,502) e 23 vales (0,442, 0,441, 0,440, 0,438, 0,437, 0,436, 0,435, 0,433, 0,432 x 2, 0,430 x 2, 0,427, 0,426, 0,425, 0,423, 0,419, 0,418, 0,409 x 3, 0,406 e 0,393), com a maior variação possível na adaptação da multinacional de 0,202.

**Figura 24 - Paisagem de adaptação para  $N = 58$ ,  $K = 28$ ,  $T = 100$  (a) e  $T = 196$  (b).**



**Fonte: Próprio autor.**

A Tabela 18 sumariza a adaptação média e o desvio padrão da paisagem para  $K = 28$  ao longo do tempo. Como há interseção entre todos os intervalos de confiança, a adaptação média das paisagens não são estatisticamente significantes ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 18 - Análise de cada paisagem para  $K=28$  ao longo do tempo**

T	Média	$\sigma$	95% IC
9	0,49538	0,02907	(0,47303; 0,51772)
49	0,49217	0,03666	(0,48164; 0,50270)
100	0,49181	0,03643	(0,48458; 0,49903)
196	0,48991	0,03787	(0,48457; 0,49524)

Fonte: Próprio autor.

Legenda: T = Tempo,  $\sigma$  = Desvio Padrão, 95% IC = Intervalo de Confiança de 95%.

Em síntese, os resultados para  $K = 28$ , subsidiárias interconectadas com 28 outras, representando um grau de interdependência “médio”, indicam:

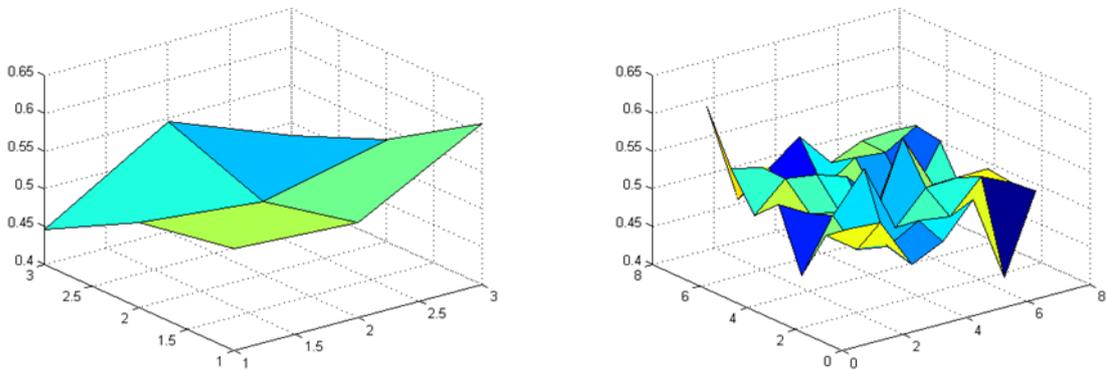
- a) A maior variação possível na adaptação da M58 aumenta ao longo do tempo. Apesar disso, há evidências de que M58 não melhora sua adaptação média ao longo do tempo, pois as diferenças entre as adaptações médias obtidas nos quatro intervalos de tempo não são estatisticamente distintas ( $p < 0,05$ ).

#### 4.2.5 $K = 43$

Analizamos agora a adaptação de M58 em que cada uma delas está interconectada a quarenta e três outras subsidiárias. Aqui, consideramos “alto” o grau de interdependência entre essas subsidiárias.

A Figura 25a apresenta a paisagem de adaptação da multinacional em seu início de caminhada ( $T = 9$ ). Ela tem três picos (0,613, 0,545 e 0,536) e dois vales (0,483 e 0,446). Assim, a maior variação possível na adaptação da multinacional é de 0,167. Após 40 unidades de tempo, a paisagem é mostrada na Figura 25b. Ela possui 10 picos (0,613, 0,571, 0,566, 0,545, 0,540, 0,536 x 2, 0,531, 0,521 e 0,518) e nove vales (0,476, 0,472, 0,470, 0,468, 0,462, 0,460, 0,446, 0,441 e 0,417). Dessa forma, a maior variação possível na adaptação da multinacional nessa paisagem é de 0,196.

**Figura 25 - Paisagem de adaptação para  $N = 58$ ,  $K = 43$ ,  $T = 9$  (a) e  $T = 49$  (b).**

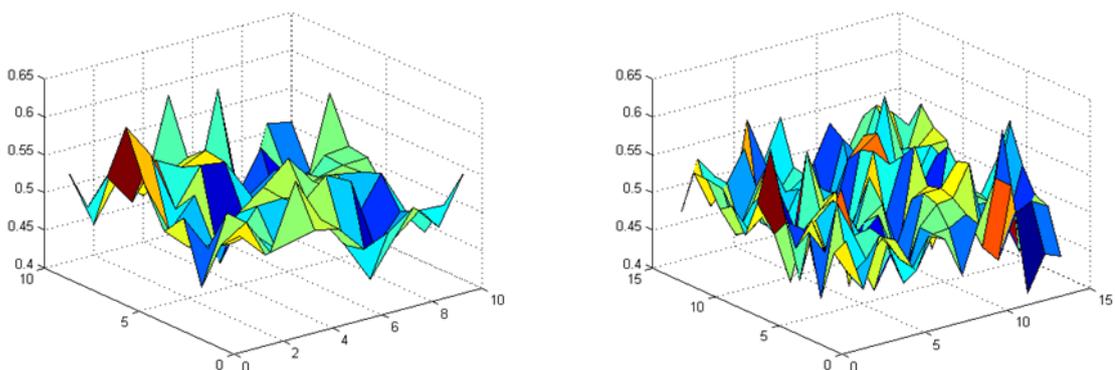


**Fonte: Próprio autor.**

Em  $T = 100$ , a paisagem de adaptação possui 18 picos (0,613, 0,585, 0,575, 0,571, 0,567, 0,550 x 2, 0,545, 0,540 x 2, 0,536 x 2, 0,535, 0,518, 0,515 x 2, 0,514 e 0,512) e 18 vales (0,461, 0,460, 0,457, 0,455 x 2, 0,451, 0,450, 0,446 x 2, 0,445, 0,441, 0,440, 0,436, 0,426, 0,424, 0,417, 0,415 e 0,403) (ver Figura 26a). A maior variação possível na adaptação da multinacional é de 0,210.

Por fim, para  $T = 196$ , a paisagem de adaptação é ainda mais acidentada em relação ao caso anterior (ver Figura 26b). Ela conta com 28 picos (0,613, 0,603, 0,594, 0,588, 0,585, 0,578, 0,575, 0,572 x 2, 0,571, 0,567 x 2, 0,566 x 3, 0,561 x 3, 0,558, 0,557, 0,554, 0,550 x 3, 0,535, 0,531, 0,523 e 0,516) e 25 vales (0,449 x 2, 0,446 x 2, 0,445 x 2, 0,444, 0,443 x 2, 0,441 x 2, 0,440 x 2, 0,436 x 2, 0,435 x 2, 0,430, 0,426, 0,424, 0,417, 0,415, 0,413, 0,404 e 0,403). A maior variação possível na adaptação também é 0,210.

**Figura 26 - Paisagem de adaptação para  $N = 58$ ,  $K = 43$ ,  $T = 100$  (a) e  $T = 196$  (b).**



**Fonte: Próprio autor.**

A Tabela 19 resume a adaptação média e o desvio padrão da paisagem para  $K = 43$  ao longo do tempo. Aqui, não existe diferença significativa ( $p < 0,05$ ) na adaptação média entre as paisagens, uma vez que os intervalos de confiança dessas paisagens possuem interseção.

**Tabela 19 - Análise de cada paisagem para  $K=43$  ao longo do tempo**

T	Média	$\sigma$	95% IC
9	0,5214	0,0461	( 0,4859; 0,5569)
49	0,50739	0,03493	(0,49736; 0,51742)
100	0,49773	0,03863	(0,49006; 0,50539)
196	0,50189	0,04099	(0,49612; 0,50767)

Fonte: Próprio autor.

Legenda: T = Tempo,  $\sigma$  = Desvio Padrão, 95% IC = Intervalo de Confiança de 95%.

Em síntese, os resultados para  $K = 43$ , subsidiárias interconectadas com outras 43, indicam:

- a) Todas as paisagens obtiveram o mesmo ótimo global (0,613). Isso significa que se M58 com “alto” grau de interdependência entre suas subsidiárias estrangeiras atingir esse ótimo global no início de sua caminhada, ela não melhorará sua adaptação ao longo do tempo. Isso pode ser corroborado pelos resultados estatísticos sobre as diferenças da adaptação média que revelaram que não há diferenças estatísticas significativas entre elas nas quatro unidades temporais ( $p < 0,05$ ).

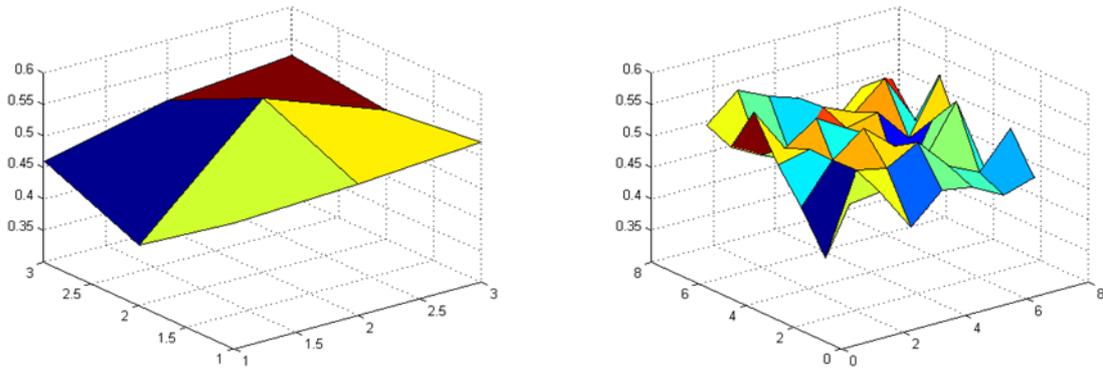
#### 4.2.6 $K = 57$

Finalmente, essa é a última caminhada de M58 analisada. Aqui, todas as subsidiárias estrangeiras estão interconectadas entre si, configurando o grau “máximo” ou “muito alto” de interdependência entre subsidiárias. Nesta situação, uma vez que uma subsidiária altera sua configuração, todas as outras também vão se alterar.

A paisagem de adaptação em  $T = 9$  possui três picos (0,577, 0,523 e 0,522) e dois vales (0,461 e 0,396), cuja maior variação possível na adaptação da multinacional é 0,181 (ver Figura 27a). Por sua vez, em  $T = 49$ , a paisagem de adaptação possui 11 picos (0,577, 0,564, 0,562, 0,559, 0,556, 0,548, 0,541 x 3, 0,527 e 0,524) e 10 vales (0,467, 0,465, 0,463, 0,461, 0,456,

0,448, 0,436, 0,432, 0,418 e 0,396) (ver Figura 27b). A maior variação possível na adaptação da multinacional é 0,181.

**Figura 27 - Paisagem de adaptação para  $N = 58$ ,  $K = 57$ ,  $T = 9$  (a) e  $T = 49$  (b).**

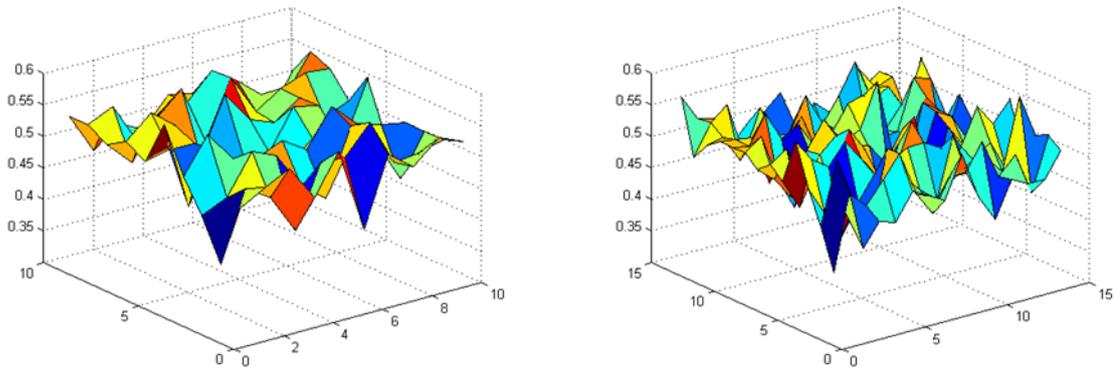


**Fonte: Próprio autor.**

A paisagem de adaptação para  $T = 100$  possui 20 picos (0,577, 0,564, 0,562, 0,559, 0,558, 0,557 x 2, 0,556 x 2, 0,548, 0,543 x 2, 0,541 x 3, 0,539, 0,534, 0,519, 0,513 x 2) e 18 vales (0,467 x 2, 0,465, 0,463, 0,462, 0,461, 0,460, 0,456, 0,448, 0,447, 0,436 x 2, 0,434 x 2, 0,432, 0,418, 0,413 e 0,396) (ver Figura 28a). A maior variação possível na adaptação da multinacional é 0,181.

Por fim, em  $T = 196$ , a paisagem de adaptação possui 31 picos (0,581, 0,579, 0,577, 0,576, 0,564, 0,562, 0,559 x 2, 0,558, 0,557 x 2, 0,556 x 3, 0,555, 0,554, 0,553, 0,551, 0,549, 0,548 x 2, 0,547, 0,546, 0,543 x 2, 0,542, 0,541, 0,529, 0,523, 0,519 e 0,515) e 29 vales (0,459, 0,457, 0,456 x 2, 0,454 x 2, 0,451, 0,450, 0,449, 0,448, 0,447, 0,441, 0,440, 0,439, 0,437, 0,436 x 2, 0,435, 0,434 x 3, 0,432 x 2, 0,428, 0,426, 0,418 x 2, 0,413 e 0,396) (ver Figura 28b). A maior variação possível na adaptação é de 0,185, existindo uma probabilidade muito baixa da multinacional atingir o ótimo global. É mais provável que ela fique aprisionada em locais subótimos.

**Figura 28 - Paisagem de adaptação para N = 58, K = 57, T = 100 (a) e T = 196 (b).**  
**28a** **28b**



**Fonte: Próprio autor.**

A Tabela 20 sumariza a adaptação média e o desvio padrão da paisagem para K = 57 ao longo do tempo. Como todos os intervalos de confiança se interceptam, não há diferença significativa na adaptação média de cada paisagem ( $p < 0,05$ ). Com isso, não há melhora na adaptação da M58 ao longo do tempo.

**Tabela 20 - Análise de cada paisagem para K=57 ao longo do tempo**

<b>T</b>	<b>Média</b>	<b><math>\sigma</math></b>	<b>95% IC</b>
<b>9</b>	0,4995	0,0492	(0,4617; 0,5373)
<b>49</b>	0,50049	0,03978	(0,48906; 0,51191)
<b>100</b>	0,50065	0,03636	(0,49344; 0,50787)
<b>196</b>	0,4986	0,03728	(0,49335; 0,50386)

**Fonte: Próprio autor.**

**Legenda: T = Tempo,  $\sigma$  = Desvio Padrão, 95% IC = Intervalo de Confiança de 95%.**

Em síntese, os resultados para K = 57, subsidiárias interconectadas com todas as 57 subsidiárias, ilustrando o grau “máximo” de interdependência entre elas, indicam:

- Todas as paisagens possuem o mesmo mínimo global (0,396);
- As paisagens para T = 9, T = 49 e T = 100 possuem o mesmo ótimo global (0,577). Isso indica que se M58 atingir sua melhor adaptação no início de sua caminhada, ela terá dificuldades de melhorar sua adaptação ao longo do tempo;
- Os resultados dos testes estatísticos suportam o anterior à medida que não há diferenças estatísticas significativas entre as adaptações médias nas unidades de tempo. Ou seja, à medida que o tempo passa, M58 com grau “muito alto” de

interdependência entre subsidiárias parece não melhorar significativamente sua adaptação média.

#### 4.2.7 Análise comparativa entre os valores de $K = \{0, 5, 14, 28, 43, 57\}$

A análise comparativa dos dados obtidos com as simulações da caminhada adaptativa de M58 diz respeito a comparar os diversos valores de  $K$  ( $K = \{0, 5, 14, 28, 43, 57\}$ ) nas quatro unidades de tempo ( $T = \{9, 49, 100 \text{ e } 149\}$ ).

Houve uma pequena variação na quantidade de picos e vales nas paisagens ( $K = \{0, 5, 14, 28, 43, 57\}$ ) em  $T = 9$  conforme Tabela 21. As paisagens para  $K = 0$ ,  $K = 5$  e  $K = 28$  possuem dois picos, enquanto que para  $K = 14$ ,  $K = 43$  e  $K = 57$  são três picos. Do outro lado, as paisagens para  $K = 5$  e  $K = 14$  possuem apenas um vale e as demais possuem dois. Todas as paisagens possuem apenas um ótimo global e um mínimo global.

O maior ótimo global foi o da paisagem para  $K = 43$  (0,613), enquanto que o menor foi de  $K = 0$  (0,487). Do outro lado, o maior mínimo global apresentou uma adaptação de 0,493, da paisagem para  $K = 5$ , e o menor mínimo global foi 0,396, da paisagem para  $K = 57$ .

**Tabela 21 - Comparativo entre as paisagens para  $K = 58$  em  $T = 9$**

<b>K</b>	<b>Picos</b>	<b>Vales</b>	<b>Nº OG</b>	<b>Nº MG</b>	<b>OG</b>	<b>MG</b>	<b>Varição</b>
<b>0</b>	2	2	1	1	0,487	0,468	0,019
<b>5</b>	2	1	1	1	0,554	0,493	0,061
<b>14</b>	3	1	1	1	0,517	0,484	0,033
<b>28</b>	2	2	1	1	0,552	0,484	0,068
<b>43</b>	3	2	1	1	0,613	0,446	0,167
<b>57</b>	3	2	1	1	0,577	0,396	0,181

Fonte: Próprio autor.

Legenda: Nº OG = Número de Ótimos Globais, Nº MG = Número de Mínimos Globais, OG = Ótimo Global, MG = Mínimo Global.

Em seguida, a Tabela 22, mostra os resultados dos testes estatísticos realizados no início da caminhada adaptativa de M58, variando-se o grau de interdependência entre as subsidiárias. As paisagens para  $K = 5$ ,  $K = 14$  e  $K = 43$  produzem melhor resultado do que a paisagem para  $K = 0$ , isto, é, essas paisagens possuem adaptação média estatisticamente maior em relação à paisagem para  $K = 0$  ( $p < 0,05$ ). Em outras palavras, considerando os quatro intervalos de tempo, o grau de interdependência faz pouca diferença para adaptação de M58, uma vez que ele pode ser “muito baixo”, “baixo” ou “alto”.

**Tabela 22 - Análise entre as paisagens para N=58 em T=9**

<b>K</b>	<b>Média</b>	<b><math>\sigma</math></b>	<b>95% IC</b>
<b>0</b>	0,47791	0,00566	(0,47357; 0,48226)
<b>5</b>	0,51967	0,01953	(0,50465; 0,53468)
<b>14</b>	0,50699	0,01062	(0,49883; 0,51515)
<b>28</b>	0,49538	0,02907	(0,47303; 0,51772)
<b>43</b>	0,5214	0,0461	(0,4859; 0,5569)
<b>57</b>	0,4995	0,0492	(0,4617; 0,5373)

**Fonte: Próprio autor.**

**Legenda: T = Tempo,  $\sigma$  = Desvio Padrão, 95% IC = Intervalo de Confiança de 95%.**

Em seguida, comparamos as paisagens de adaptação de M58 em T = 49. Isso significa que a multinacional saiu do ponto inicial de sua caminhada adaptativa para um ponto intermediário, representado por um acréscimo de 40 unidades de tempo. Sumarizamos esses resultados na Tabela 23. Quando K = 0, o número de picos e vales na paisagem é seis e cinco, respectivamente. A paisagem para K = 5 possui seis picos e seis vales. Quando K = 14, a paisagem de adaptação possui sete picos e seis vales. Já para K = 28 são oito picos e sete vales. A quantidade de picos e vales na paisagem para K = 43 é 10 e nove, respectivamente. Por fim, para K = 57, são 11 picos e 10 vales.

Neste caso, é possível perceber que as paisagens vão se tornando mais acidentadas à medida que K cresce, uma vez que a quantidade de picos e vales aumenta. Isso mostra que o sistema vai se tornando mais complexo com o aumento da interdependência entre as subsidiárias. Assim, à medida que o tempo passa, a multinacional pode ficar aprisionada em locais subótimos, o que compromete sua adaptação geral.

**Tabela 23 - Comparativo entre as paisagens para K = 58 em T = 49**

<b>K</b>	<b>Picos</b>	<b>Vales</b>	<b>Nº OG</b>	<b>Nº MG</b>	<b>OG</b>	<b>MG</b>	<b>Varição</b>
<b>0</b>	6	5	1	1	0,520	0,468	0,052
<b>5</b>	6	6	1	1	0,554	0,405	0,149
<b>14</b>	7	6	1	1	0,563	0,451	0,112
<b>28</b>	8	7	1	1	0,552	0,423	0,129
<b>43</b>	10	9	1	1	0,613	0,417	0,196
<b>57</b>	11	10	1	1	0,577	0,396	0,181

**Fonte: Próprio autor.**

**Legenda: Nº OG = Número de Ótimos Globais, Nº MG = Número de Mínimos Globais, OG = Ótimo Global, MG = Mínimo Global.**

O número de ótimos globais e mínimos globais em cada paisagem é de apenas um. Ao comparar a altura dos picos e vales, que representam a adaptação da multinacional na paisagem, percebe-se que a melhor adaptação possível dentre todas é a da paisagem para  $K = 43$ . Seu ótimo global é 0,613. Por outro lado, o menor ótimo global é da paisagem para  $K = 0$ , (0,520). Do outro lado, o menor mínimo global é 0,396, da paisagem para  $K = 57$ , e o maior é 0,468 da paisagem para  $K = 0$ . Com isso, a maior variação possível na adaptação da multinacional dentre todas é a da paisagem para  $K = 43$ , com uma variação de 0,196.

A Tabela 24 mostra a comparação entre as adaptações médias da multinacional, em um ponto intermediário da caminhada, variando-se o grau de interdependência entre as subsidiárias. Os resultados dos testes estatísticos indicam que as paisagens para  $K = 0$ ,  $K = 14$ ,  $K = 43$  e  $K = 57$  parecem produzir melhor resultado do que a paisagem para  $K = 5$  ( $p < 0,05$ ). Portanto, como parece não existir diferenças significativas entre as adaptações médias das paisagens, exceto quando  $K = 5$ , sugerimos que a interdependência entre subsidiárias estrangeiras de uma multinacional com 58 afiliadas, em um ponto intermediário de sua caminhada ( $T = 49$ ), não está relacionada à sua adaptação.

**Tabela 24 - Análise entre as paisagens para  $N=58$  em  $T=49$**

<b>K</b>	<b>Média</b>	<b><math>\sigma</math></b>	<b>95% IC</b>
<b>0</b>	0,50194	0,01332	(0,49811; 0,50576)
<b>5</b>	0,47603	0,03392	(0,46628; 0,48577)
<b>14</b>	0,50814	0,02182	(0,50187; 0,51441)
<b>28</b>	0,49217	0,03666	(0,48164; 0,50270)
<b>43</b>	0,50739	0,03493	(0,49736; 0,51742)
<b>57</b>	0,50049	0,03978	(0,48906; 0,51191)

**Fonte: Próprio autor.**

**Legenda: T = Tempo,  $\sigma$  = Desvio Padrão, 95% IC = Intervalo de Confiança de 95%.**

Logo após, comparamos as paisagens de adaptação em  $T = 100$ , ou seja, M58 fez uma caminhada de 51 unidades de tempo, ou mais da metade da caminhada adaptativa considerada neste trabalho. O número de picos e vales aumentou nesta situação. Quando  $K = 0$ , a paisagem possui 10 picos e oito vales. A paisagem para  $K = 5$  possui nove picos e 10 vales, enquanto que a paisagem para  $K = 14$  tem 14 picos e 12 vales. Para  $K = 28$ , a paisagem possui 16 picos e 14 vales e a paisagem de  $K = 43$  tem 18 picos e 18 vales. Por fim, a paisagem para  $K = 57$  possui 20 picos e 18 vales. Essas informações estão sumarizadas na Tabela 25.

**Tabela 25 - Comparativo entre as paisagens para K = 58 e T = 100**

<b>K</b>	<b>Picos</b>	<b>Vales</b>	<b>Nº OG</b>	<b>Nº MG</b>	<b>OG</b>	<b>MG</b>	<b>Varição</b>
<b>0</b>	10	8	1	1	0,534	0,468	0,066
<b>5</b>	9	10	1	1	0,579	0,405	0,174
<b>14</b>	14	12	1	1	0,607	0,435	0,172
<b>28</b>	16	14	1	1	0,594	0,409	0,185
<b>43</b>	18	18	1	1	0,613	0,403	0,210
<b>57</b>	20	18	1	1	0,577	0,396	0,181

**Fonte: Próprio autor.**

**Legenda: Nº OG = Número de Ótimos Globais, Nº MG = Número de Mínimos Globais, OG = Ótimo Global, MG = Mínimo Global.**

Todas as paisagens possuem o mesmo número de ótimos e mínimos globais, ou seja, um cada. O maior pico dentre todos é o da paisagem para K = 43, com uma adaptação de 0,613. Em seguida vem o pico da paisagem para K = 14 cuja adaptação é 0,607. Todos os demais ficaram abaixo de 0,600, com o menor ótimo global na paisagem para K = 0 (0,534).

Em relação ao mínimo global, a menor adaptação dentre todas é 0,396 da paisagem para K = 57, seguido por 0,403 da paisagem para K = 47 e 0,405 quando K = 5. Por outro lado, os maiores mínimos globais são os das paisagens quando K = 0 com adaptação de 0,468.

A Tabela 26 mostra a comparação entre as adaptações médias de M58, em mais da metade de sua caminhada adaptativa, variando-se o grau de interdependência entre as subsidiárias. A adaptação média das paisagens para K = 0 e K = 14 foi estatisticamente significativa em relação à adaptação das paisagens para K = 5 e K = 28 ( $p < 0,05$ ). Parece não haver diferenças significativas entre as outras paisagens. Assim, sugerimos que em T=100 a melhor adaptação média de M58 é alcançada quando o grau de interdependência entre as suas subsidiárias estrangeiras é “nulo” ou baixo”. Esta comparação é feita com a adaptação média obtida quando o grau de interdependência entre essas subsidiárias é “muito baixo” ou “médio.

**Tabela 26 - Análise entre as paisagens para N=58 e T=100**

K	Média	$\sigma$	95% IC
0	0,50718	0,01288	(0,50462; 0,50973)
5	0,49193	0,04137	(0,48372; 0,50014)
14	0,50701	0,02833	(0,50139; 0,51263)
28	0,49181	0,03643	(0,48458; 0,49903)
43	0,49773	0,03863	(0,49006; 0,50539)
57	0,50065	0,03636	(0,49344; 0,50787)

Fonte: Próprio autor.

Legenda: T = Tempo,  $\sigma$  = Desvio Padrão, 95% IC = Intervalo de Confiança de 95%.

Por fim, analisamos os resultados da simulação ao final da caminhada adaptativa de M58 (T = 196). Inicialmente, notamos que o número de picos e vales aumenta à medida que K aumenta (Tabela 27). Isso mostra que com o aumento do grau de interdependência entre as subsidiárias da multinacional, o sistema vai se tornando mais complexo ao longo do tempo. Maior complexidade indica maior miopia local por parte da multinacional, ou seja, as possibilidades de ficar aprisionada em algum local subótimo são maiores.

**Tabela 27 - Comparativo entre as paisagens para K = 58 e T = 196**

K	Picos	Vales	Nº OG	Nº MG	OG	MG	Variação
0	15	13	1	1	0,564	0,460	0,104
5	16	14	1	1	0,579	0,405	0,174
14	20	18	2	1	0,608	0,404	0,204
28	26	23	1	1	0,595	0,393	0,202
43	28	25	1	1	0,613	0,403	0,210
57	31	29	1	1	0,581	0,396	0,185

Fonte: Próprio autor.

Legenda: Nº OG = Número de Ótimos Globais, Nº MG = Número de Mínimos Globais, OG = Ótimo Global, MG = Mínimo Global.

Com relação ao número de ótimos globais, a paisagem que obteve o maior número foi para K = 14 com dois. Todas as demais têm apenas um, mesmo número de mínimos globais de todas as paisagens. Além disso, a maior adaptação possível ou o maior ótimo global é o da paisagem para K = 43 (0,613), seguido pela paisagem para K = 14 (0,608). Na outra extremidade, o menor ótimo global é o da paisagem quando K = 0 (0,564) e K = 5 (0,579).

Com relação ao mínimo global, o menor é o da paisagem para K = 28 (0,393), seguido pela paisagem para K = 57 (0,396). Do outro lado, o maior mínimo global ocorre para K = 0 (0,460). Com isso, a maior variação possível na adaptação da multinacional ocorre na paisagem

para  $K = 43$  (0,210). Em contrapartida, a menor variação máxima possível foi na paisagem para  $K = 0$  (0,104).

A Tabela 28 mostra a comparação entre as adaptações médias de M58, ao final de sua caminhada adaptativa, variando-se o grau de interdependência entre suas subsidiárias estrangeiras. A adaptação média considerando todas essas subsidiárias independentes é significativamente maior em relação à adaptação média das demais paisagens, exceto quando  $K = 14$  ( $p < 0,05$ ). Por sua vez, a adaptação média levando-se em consideração um “baixo” grau de interdependência ( $K = 14$ ) é estatisticamente significativa em relação à adaptação média das paisagens com grau de interdependência “muito baixo” ( $K = 5$ ) e “médio” ( $K = 28$ ) ( $p < 0,05$ ). Portanto, observamos que, ao final de sua caminhada, M58 possui as melhores adaptações quando o grau de interdependência entre suas subsidiárias é “nulo” ou “baixo”.

**Tabela 28 - Análise entre as paisagens para  $N=58$  e  $T=196$**

<b>K</b>	<b>Média</b>	<b><math>\sigma</math></b>	<b>95% IC</b>
<b>0</b>	0,51319	0,02153	(0,51016; 0,51622)
<b>5</b>	0,49773	0,0352	(0,49277; 0,50269)
<b>14</b>	0,50824	0,03431	(0,50341; 0,51308)
<b>28</b>	0,48991	0,03787	(0,48457; 0,49524)
<b>43</b>	0,50189	0,04099	(0,49612; 0,50767)
<b>57</b>	0,4986	0,03728	(0,49335; 0,50386)

**Fonte: Próprio autor.**

**Legenda: T = Tempo,  $\sigma$  = Desvio Padrão, 95% IC = Intervalo de Confiança de 95%.**

Quando consideramos os resultados obtidos em conjunto, chegamos às seguintes conclusões para os resultados das simulações gerados a partir da caminhada adaptativa de M58:

- a) Fixando-se  $K$ , ou seja, comparando somente as adaptações médias nas diversas unidades de tempo, observamos que, no geral, não há diferenças significativas nessas adaptações ao longo do tempo<sup>18</sup>;
- b) Ao comparar os valores de  $K$  por unidade de tempo, verifica-se que, no geral, M58 obtém melhores adaptações médias distintas em cada unidade de tempo. Apesar de a interdependência nula aparecer em três unidades de tempo, os resultados são muito variados, o que dificulta apontar um padrão. Isso significa que à medida que M58

<sup>18</sup> Com exceção para  $K = 0$ , em que  $T = 196$  é estatisticamente significativo em relação às demais unidades de tempo ( $p < 0,05$ ), e para  $K = 5$ , em que  $T = 9$  produz melhor resultado que as outras unidades de tempo ( $p < 0,05$ ).

caminha, os graus de interdependência vão sendo alterados em busca de uma melhor adaptação.

Portanto, os resultados das simulações de M58 para as quais variamos o grau de interdependência entre subsidiárias estrangeiras em distintas unidades de tempo sinalizam que caminhar com o mesmo K não produz melhores adaptações médias, mas caminhar com diferentes K's produz melhores adaptações médias em alguns intervalos de tempo. Porém, essas adaptações estão associadas a distintos K's, o que significa que não há relação direta entre interdependência de subsidiárias estrangeiras e adaptação da multinacional. Aqui, M58 parece ajustar a interdependência à medida que o tempo passa, buscando melhorar sua adaptação média.

### **4.3 Análise Comparativa entre o caso brasileiro (N=6) e o caso europeu (N=58)**

Nesta seção comparamos os resultados dos dois casos ao longo do tempo: uma multinacional com seis subsidiárias (M6) e uma multinacional com cinquenta e oito subsidiárias (M58).

#### **4.3.1 $T = 9$**

No início da caminhada, para a M6, um grau de interdependência “muito baixo” ou “médio” está associado a uma melhor adaptação em relação a um grau de interdependência “nulo” ou “baixo”. Porém, esta associação não foi verificada para M58 (Tabela 29). Neste caso, observamos que ela pode ter qualquer grau de interdependência, exceto “nulo” para melhor se adaptar. Isso significa que o grau de interdependência entre subsidiárias “muito baixo”, “baixo” e “alto” da M58 está relacionado com uma melhor adaptação em seu início de caminhada.

**Tabela 29 - Comparativo entre as paisagens para N = 6 e N = 58 (T = 9)**

Grau de K	K N6	K N58	Média N6	Média N58	IC 95% N6	IC 95% N58
Nulo	0	0	0,4096	0,47791	(0,3593; 0,4600)	(0,47357; 0,48226)
Muito Baixo	1	5	0,5261*	0,51967*	(0,4818; 0,5705)	(0,50465; 0,53468)
Baixo	2	14	0,3883	0,50699*	(0,3290; 0,4475)	(0,49883; 0,51515)
Médio	3	28	0,5644*	0,49538	(0,5084; 0,6203)	(0,47303; 0,51772)
Alto	4	43	0,4626	0,5214*	(0,4054; 0,5199)	( 0,4859; 0,5569)
Muito alto	5	57	0,4445	0,4995	(0,3346; 0,5544)	( 0,4617; 0,5373)

Fonte: Próprio autor.

Legenda: K N6 = Valores de K para N=6, K N58 = Valores de K para N=58, Média N6 = Média de cada paisagem para N=6, Média N58 = Média de cada paisagem para N=58, IC 95% N6 = Intervalo de confiança de 95% das paisagens para N=6, IC 95% N58 = Intervalo de confiança de 95% das paisagens para N=58. \* p<0.05

#### 4.3.2 T = 49

Após 40 unidades temporais, a configuração do início da caminhada se repete para a M6, ou seja, a configuração em que K = 1 ou K = 3 produz melhor resultado que os demais K's (Tabela 30). Isso significa que, para a M6, um grau de interdependência “muito baixo” ou “médio” está associado a uma melhor adaptação. Porém, não podemos observar o mesmo para a M58 (Tabela 30). Nesse caso, os resultados indicam a configuração em que K = 0, K = 14, K = 43 ou K = 57 produzem melhores resultados que K = 5. Dessa forma, o grau de interdependência entre subsidiárias dessa multinacional não influencia em sua adaptação, isto é, sua adaptação independe do grau de interconexão entre as subsidiárias.

**Tabela 30 - Comparativo entre as paisagens para N = 6 e N = 58 (T = 49)**

Grau de K	K N6	K N58	Média N6	Média N58	IC 95% N6	IC 95% N58
Nulo	0	0	0,41372	0,50194*	(0,39494; 0,43250)	(0,49811; 0,50576)
Muito Baixo	1	5	0,5877*	0,47603	(0,5564; 0,6189)	(0,46628; 0,48577)
Baixo	2	14	0,4171	0,50814*	(0,3844; 0,4498)	(0,50187; 0,51441)
Médio	3	28	0,5655*	0,49217	(0,5398; 0,5912)	(0,48164; 0,50270)
Alto	4	43	0,4671	0,50739*	(0,4344; 0,4998)	(0,49736; 0,51742)
Muito Alto	5	57	0,4922	0,50049*	(0,4542; 0,5303)	(0,48906; 0,51191)

Fonte: Próprio autor.

Legenda: K N6 = Valores de K para N=6, K N58 = Valores de K para N=58, Média N6 = Média de cada paisagem para N=6, Média N58 = Média de cada paisagem para N=58, IC 95% N6 = Intervalo de confiança de 95% das paisagens para N=6, IC 95% N58 = Intervalo de confiança de 95% das paisagens para N=58. \* p<0.05.

### 4.3.3 T = 100

Após caminhar 100 passos, comparamos os dois casos: M6 e M58. No primeiro caso, percebemos que os melhores resultados foram novamente obtidos quando  $K = 1$  ou  $K = 3$ , isto é, em M6, um grau de interdependência “muito baixo” ou “médio” está associado a uma melhor adaptação (Tabela 31). Em contrapartida, para M58, desta vez, um grau de interdependência “nulo” ou “baixo” está associado positivamente com a adaptação da multinacional se comparado a um grau de interdependência “muito baixo” ou “médio” (Tabela 31).

**Tabela 31 - Comparativo entre as paisagens para N = 6 e N = 58 (T = 100)**

Grau de K	K N6	K N58	Média N6	Média N58	IC 95% N6	IC 95% N58
Nulo	0	0	0,4381	0,50718*	(0,42416; 0,45204)	(0,50462; 0,50973)
Muito Baixo	1	5	0,5959*	0,49193	(0,5715; 0,6204)	(0,48372; 0,50014)
Baixo	2	14	0,4042	0,50701*	(0,3816; 0,4268)	(0,50139; 0,51263)
Médio	3	28	0,55781*	0,49181	(0,53950; 0,57612)	(0,48458; 0,49903)
Alto	4	43	0,4845	0,49773	(0,4621; 0,5069)	(0,49006; 0,50539)
Máximo	5	57	0,5262	0,50065	(0,5006; 0,5519)	(0,49344; 0,50787)

Fonte: Próprio autor.

Legenda: K N6 = Valores de K para N=6, K N58 = Valores de K para N=58, Média N6 = Média de cada paisagem para N=6, Média N58 = Média de cada paisagem para N=58, IC 95% N6 = Intervalo de confiança de 95% das paisagens para N=6, IC 95% N58 = Intervalo de confiança de 95% das paisagens para N=58. \*  $p < 0.05$ .

### 4.3.4 T = 196

Comparamos o final da caminhada da M6 e da M58. No primeiro caso, houve uma alteração nos resultados em relação aos tempos predecessores. Aqui, a M6 com uma configuração em que  $K = 1$  produz melhor resultado em relação aos demais K's (Tabela 32). Isso significa que, em M6, um grau de interdependência entre subsidiárias “muito baixo” está relacionado positivamente a uma melhor adaptação ao final de caminhada. Por outro lado, no segundo caso, para M58, observamos que a configuração no qual  $K = 0$  produz melhor resultado que  $K = 5$ ,  $K = 28$ ,  $K = 43$  e  $K = 57$ . Além disso, a configuração em que  $K = 14$  produz melhor resultado que  $K = 5$  e  $K = 28$ . Portanto, percebemos que os melhores resultados para M58 são obtidos quando o grau de interdependência entre suas subsidiárias é “nulo” ou “baixo”.

**Tabela 32 - Comparativo entre as paisagens para N = 6 e N = 58 (T = 196)**

Grau de K	K N6	K N58	Média N6	Média N58	IC 95% N6	IC 95% N58
Nulo	0	0	0,42581	0,51319*	(0,41548; 0,43614)	(0,51016; 0,51622)
Muito Baixo	1	5	0,57639*	0,49773	(0,56020; 0,59258)	(0,49277; 0,50269)
Baixo	2	14	0,41273	0,50824*	(0,39578; 0,42967)	(0,50341; 0,51308)
Médio	3	28	0,54218	0,48991	(0,52719; 0,55716)	(0,48457; 0,49524)
Alto	4	43	0,46033	0,50189	(0,44243; 0,47823)	(0,49612; 0,50767)
Máximo	5	57	0,51121	0,4986	(0,49217; 0,53025)	(0,49335; 0,50386)

Fonte: Próprio autor.

Legenda: K N6 = Valores de K para N=6, K N58 = Valores de K para N=58, Média N6 = Média de cada paisagem para N=6, Média N58 = Média de cada paisagem para N=58, IC 95% N6 = Intervalo de confiança de 95% das paisagens para N=6, IC 95% N58 = Intervalo de confiança de 95% das paisagens para N=58. \* p<0.05.

Em síntese, os resultados indicam que o grau de interdependência entre subsidiárias está relacionado com a adaptação da multinacional dependendo do número de subsidiárias da multinacional. Para M6, o grau de interdependência “muito baixo” ou “médio” entre subsidiárias, em seu início de caminhada, está associado a uma melhor adaptação. Essa configuração é a mesma até os primeiros 100 passos. Ao final da caminhada, uma M6 com grau de interdependência “muito baixo” tem melhor adaptação. Portanto, uma M6 que possuir grau de interdependência “muito baixo” a longo prazo irá se adaptar melhor.

Em contrapartida, para uma M58, o grau de interdependência está relacionado a adaptação da multinacional em determinadas unidades temporais. Assim, para T = 9, um grau de interdependência “muito baixo”, “baixo” ou “alto” está associado a uma melhor adaptação se comparado ao grau de interdependência “nulo”. Quando T = 49, um grau de interdependência “nulo”, “baixo”, “alto” ou “muito alto” está associado positivamente com a adaptação em relação a um grau de interdependência “muito baixo”. Já para T = 100, o grau de interdependência “nulo” ou “baixo” está associado positivamente com a adaptação em relação a um grau de interdependência “muito baixo” ou “médio”. Por fim, para T = 196, a M58 com um grau de interdependência “nulo” se adapta melhor se comparado a um grau de interdependência “muito baixo”, “médio”, “alto” e “muito alto”, enquanto que a M58 com um grau de interdependência “baixo” se adapta melhor em relação a um grau de interdependência “muito baixo” ou “médio”. Assim, sob uma visão holística, quando observamos a caminhada da M58 como um todo, não é possível determinar um padrão já que há variação dessa relação: grau de interdependência entre subsidiárias e adaptação da multinacional, ao longo da caminhada. Ou seja, à medida que a M58 caminha na paisagem de adaptação o grau de interdependência entre suas subsidiárias vai mudando em busca da melhor adaptação.



## 5 CONCLUSÃO

### 5.1 Considerações iniciais

Neste capítulo, apresentamos os principais resultados e os confrontamos com a literatura de multinacionais. Depois, revisitamos a questão de pesquisa dessa dissertação, e em seguida discorremos sobre as contribuições, limitações e sugestões de pesquisas futuras.

### 5.2 Principais resultados

Os principais resultados deste trabalho são: (a) para M6, um grau de interdependência entre subsidiárias estrangeiras “baixo” ou “médio” está associado a uma melhor adaptação dessa multinacional ao longo do tempo; (b) para M58, não há uma relação bem definida entre o grau de interdependência e sua adaptação, isto é, em determinados períodos de tempo, o grau de interdependência variou de “nulo” a “máximo”.

Esses dois principais resultados podem ser desmembrados da seguinte maneira: para M6, do início da caminhada até as primeiras 100 unidades temporais, um grau de interdependência “muito baixo” ou “médio” entre subsidiárias estrangeiras está associado a uma melhor adaptação. Ao final de sua caminhada, a M6 com um grau de interdependência “muito baixo” se adapta melhor. Portanto, a longo prazo, uma M6 que convergir para um grau de interdependência “muito baixo” possuirá uma melhor adaptação. Por outro lado, para M58, o grau de interdependência entre subsidiárias estrangeiras está relacionado à adaptação da multinacional em determinadas unidades temporais. Isso significa que não identificamos um padrão para fazer essa associação. Assim, para  $T = 9$ , ao se comparar um grau de interdependência “nulo” com um grau de interdependência “muito baixo”, “baixo” ou “alto”, esses três últimos estão associados a uma melhor adaptação. Após 40 unidades temporais, a configuração se altera, agora um grau de interdependência “nulo”, “baixo”, “alto” ou “muito alto” está associado a uma melhor adaptação se comparado com um grau de interdependência “muito baixo”. Novamente a configuração muda para  $T = 100$ . Nesse caso, a M58 com um grau de interdependência “nulo” ou “baixo” se adapta melhor em relação a um grau de interdependência “muito baixo” ou “médio”. Por fim, para  $T = 196$ , a M58 com um grau de interdependência “nulo” se adapta melhor se comparado a todos os demais graus, exceto a um

“baixo” grau de interdependência, que por sua vez, se adapta melhor em relação a um grau de interdependência “muito baixo” ou “médio”.

De maneira geral, esse primeiro resultado indica a importância da relação entre interdependência entre subsidiárias estrangeiras e a adaptação da multinacional ao longo do tempo (O’Donnell, 2000). Assim, multinacionais buscam melhorar sua adaptação ao ambiente, mas possuem uma visão limitada da paisagem de adaptação, de tal maneira que elas conhecem a adaptação apenas em sua vizinhança (Levinthal, 1997). Se elas conhecessem toda a paisagem, bastaria que, *ceteris paribus*, o grau de interdependência entre suas subsidiárias fosse ajustado para que a multinacional atingisse a melhor adaptação possível. Assim, a interdependência entre as subsidiárias estrangeiras da multinacional vai sendo modificada na busca local por melhores adaptações. No entanto, a busca de M6 gravitou sempre em torno de um grau de interdependência “baixo” e “médio”, enquanto que para M58 não foi possível chegar a esta conclusão. Ela fica buscando a melhor adaptação ao variar o grau de interdependência de “nulo” a “máximo” em determinados períodos de tempo.

Outro resultado dessa dissertação indica que a relação entre interdependência e adaptação de multinacionais não é fixa para todas as multinacionais e também não é estática (Levitan *et al.*, 2002). Isso significa que essa dependência varia em relação ao tamanho da multinacional e ao tempo.

No que se refere ao tamanho da multinacional, nossos resultados mostram que para M6, uma multinacional com “poucas” afiliadas, o grau de interdependência entre as subsidiárias estrangeiras converge para um valor “muito baixo” a longo prazo. Por outro lado, para M58, uma multinacional com grande experiência internacional, o grau de interdependência entre as subsidiárias se altera em busca de melhores adaptações sem que, no entanto, possamos apontar um padrão definido.

Esses resultados estão em consonância com Nachum e Song (2011) que sugerem que o tamanho da multinacional pode moldar a interdependência entre subsidiárias estrangeiras e, conseqüentemente, sua adaptação. Também são condizentes com Aggarwal e Hsu (2009) que argumentam que o tamanho da multinacional afeta a interdependência entre subsidiárias estrangeiras e os movimentos subsequentes dessa multinacional. Isso significa que o tamanho da multinacional influencia em sua capacidade de gerenciar a complexidade (Simon, 1962).

Quanto às alterações no grau de interdependência entre subsidiárias estrangeiras ao longo do tempo, nossos resultados indicam que essa interdependência entre subsidiárias de M6 converge para um grau “muito baixo” à medida que o tempo passa. Esses resultados estão em

conformidade com Aldrich e Auster (1986) e Shepherd, Douglas e Shanley (2000) que argumentam que um menor grau de interdependência amplia as fontes de conhecimento entre as subsidiárias e melhora o desempenho da multinacional, e com Baum e McKelvey (1999), que sugerem que a multinacional evolui mais rapidamente em ambientes menos complexos, dado que o grau de interdependência entre subsidiárias influencia negativamente o impacto das mudanças ambientais, melhorando o desempenho da multinacional (Aldrich, 1979; Aldrich & Ruef, 2006). Esses resultados também encontram sustentação nos trabalhos de Tushman e Anderson (1986) aos quais sugerem que um menor grau de interdependência entre subsidiárias estrangeiras torna a multinacional mais flexível para se adaptar mais rapidamente e para se preparar para contingências (O'Donnell, Gilmore, Cummins & Carson, 2001). Assim, essa multinacional tem maiores oportunidades para aprender e mais flexibilidade para incorporar esse aprendizado em ações subsequentes (Henderson, 1993; Rosenbloom & Christensen, 1994).

Especificamente com relação aos resultados obtidos por M58, no início e em um ponto intermediário de sua caminhada, M58 pode ter graus de interdependência considerados “altos”. Por um lado, autores alinhados à Teoria da Complexidade, tais como Anderson (1999), Ghemawat e Levinthal (2000), Kauffman (1993) e Levinthal (1997) argumentam que um elevado grau de complexidade possui uma relação negativa com o desempenho da firma. De alguma forma, esta posição é compartilhada por Scott e Meyer (1983). Os autores associam um alto grau de interdependência a deficiências operacionais, como uma menor capacidade de reconfigurar recursos relacionados às demandas e uma perda da capacidade de competir para responder às mudanças ambientais imprevistas (Zeitz, 1980). Por outro lado, Barnett (1997) sugere que estruturas mais complexas têm maiores chances de sobreviver ao ambiente, uma vez que elas estão mais bem preparadas para enfrentar pressões de seleção ambientais, de modo que esses processos de adaptação tornam M58 menos vulnerável a ameaças ao longo do tempo (Fichman & Levinthal, 1991).

Nossos resultados mostram que M58 possui um alto grau de complexidade associado a melhor adaptação em uma parte da caminhada adaptativa. Como não há uma identificação nítida em termos da relação entre interdependência entre subsidiárias estrangeiras e adaptação de M58, podemos dizer que essa multinacional não consegue antecipar qual é o melhor grau de interdependência que está relacionado à melhor adaptação ao longo da sua caminhada. Por um lado, se aceitarmos o argumento de que um grau elevado de interdependência está associado a uma menor adaptação (Levinthal, 1997), iremos concluir que M58 fez escolhas subótimas no decorrer da sua caminhada adaptativa. Tal conclusão pode, no entanto, ser contrabalançada pelo

argumento que M58, por ter acumulado experiência internacional diversa por meio de suas afiliadas estrangeiras espalhadas em contextos geográficos diversos, pode incorrer em algum desempenho insatisfatório no curto prazo. Isso porque a folga de recursos, ou seja, a posse de recursos potencialmente utilizáveis permite à M58 arcar com resultados desfavoráveis (Wiseman & Bromiley, 1996). Com isso, oferece condições de redirecionar recursos e meios para desenvolver novas competências e capacidades necessárias para promover uma melhor adaptação mesmo diante de graus de interdependência mais elevados (Singh, 1986). Por outro lado, se aceitarmos que um alto grau de interdependência está relacionado com uma melhor adaptação (Celo, Nebus & Wang, 2015), então o resultado aqui obtido pode ser visto como evidências de uma busca bem-sucedida de adaptação de M58 no decorrer da sua caminhada. Infelizmente, os resultados do estudo não nos permitem decidir a favor de um ou outro argumento. Como o estudo foi feito com base em simulação, não temos como identificar as razões pelas quais determinadas escolhas foram feitas. Nesse sentido, recomendamos pesquisas futuras sobre esse ponto.

Em síntese, os resultados para M6 de que um menor grau de interdependência está associado a uma maior adaptação da multinacional estão de acordo com a literatura (Kauffman, 1993; Levinthal, 1997; Levitan et al., 2002). Porém, o mesmo não pode ser dito para M58, pois ela altera essa interdependência temporalmente sem um padrão definido, passando por graus de interdependência menores e maiores à medida que o tempo passa.

Outro ponto que deve ser destacado em relação aos nossos resultados diz respeito ao estudo de Celo, Nebus e Wang (2015). Os autores argumentam que um alto grau de interdependência entre subsidiárias de uma multinacional em rede está associado a uma melhor adaptação. Os nossos resultados não estão totalmente de acordo com esses autores. Especificamente, os resultados da nossa pesquisa indicam que M6 com “baixo” grau de interdependência se adapta melhor a longo prazo. Do outro lado, M58 com “alto” grau de interdependência tem sua melhor adaptação no início e em um ponto intermediário de sua caminhada.

Explicamos tais diferenças a partir do fato de as premissas entre essas pesquisas também serem distintas. Celo, Nebus e Wang (2015) alteram o grau de importância das subsidiárias, enquanto que nessa pesquisa não há essa distinção. Com isso, uma subsidiária que tem um papel mais importante dentro da multinacional pode ter um grau de interdependência mais elevado em relação a outras subsidiárias com papéis menos importantes, ou seja, essa subsidiária se

conecta a uma quantidade maior de subsidiárias e acaba influenciando mais na adaptação da multinacional.

### **5.3 Revisitando a questão de pesquisa**

Revisitando a questão de pesquisa: como a interdependência entre subsidiárias estrangeiras influencia a adaptação da multinacional? Analisamos dois casos diametralmente opostos: M6 e M58. Os resultados para essas duas multinacionais foram distintos e, assim, o grau de interdependência entre subsidiárias está relacionado com a adaptação da multinacional de maneira distinta para ambas as multinacionais. Para M6, em seu início de caminhada até o passo 100, um grau de interdependência “muito baixo” ou “médio” está relacionado positivamente com a adaptação da multinacional. No final de sua caminhada, para M6 ter uma melhor adaptação, esse grau de interdependência deve ser “muito baixo”. Por outro lado, para M58 não foi possível determinar um padrão nessa relação, uma vez que o grau de interdependência entre subsidiárias muda ao longo do tempo para que M58 busque uma melhor adaptação.

### **5.4 Contribuições, limitações e pesquisas futuras**

Essa pesquisa utiliza simulação como metodologia, através do modelo NK na literatura sobre multinacionais e busca associar a interdependência entre subsidiárias estrangeiras e a adaptação da multinacional. Apenas o artigo de Celo, Nebus e Wang (2015) foi identificado na literatura com tais características. Os poucos estudos que associam interdependência e desempenho de uma multinacional são surveys, de modo que a simulação permite revelar os resultados das interações entre agentes à medida que se desenrolam ao longo do tempo.

Além disso, os resultados dessa pesquisa contribuem para a literatura sobre multinacionais dentro dos estudos entre a dinâmica sobre a interdependência entre subsidiárias estrangeiras e a consequente adaptação da multinacional, o trabalho também contribui para a análise dos níveis de interdependência entre subsidiárias em cada momento da multinacional e qual a melhor configuração entre essas subsidiárias para que a multinacional melhor se adapte.

Em termos gerenciais, o trabalho contribui para que tomadores de decisão possam compreender os papéis e as atividades exercidas por cada subsidiária da multinacional, identificando quais subsidiárias possuem atividades similares, para se criar uma

interdependência entre elas e permitir maiores integração e desempenho. Do outro lado, subsidiárias conectadas que não possuem papéis complementares, podem se tornar independentes uma da outra, melhorando seus desempenhos individuais. Essa recombinação entre as atividades de cada subsidiária retrata a evolução da multinacional em busca de melhores adaptações através da mudança no grau de interdependência entre suas subsidiárias.

Entretanto, nossa análise tem limitações empíricas e teóricas. Especificamente sobre o primeiro caso, a partir do modelo NK analisamos relacionamentos intraorganizacionais, isto é, a interdependência entre subsidiárias e desconsideramos os relacionamentos interorganizacionais. Além disso, o  $N$  é fixo, pois o algoritmo não permite variar  $N$ , mas uma multinacional em sua caminhada adaptativa altera não somente o  $K$ , mas também o  $N$ , isto é, a multinacional pode aumentar ou diminuir a quantidade de subsidiárias dependendo de suas necessidades. Ainda, não diferenciamos uma subsidiária da outra, de modo que não existem diferenciações em termos dos atributos das subsidiárias, mas elas diferem além de deter ou não determinado atributo. Elas diferem em relação à importância do atributo e de seu papel. Dessa forma, dado o papel e a importância da subsidiária, variar  $K$  entre elas também poderia apontar novos resultados. Ademais, só levamos em conta multinacionais com estrutura em rede, excluindo a possibilidade de estudar estruturas hierárquicas e outras.

Como sugestão de pesquisas futuras, pode-se utilizar o modelo  $NK(C)$ , evolução do modelo  $NK$ , no qual é possível considerar os relacionamentos interorganizacionais da multinacional. Além disso, trabalhar com outros valores de  $N$ , isto é, estudar outros tamanhos de multinacional variando  $N$  ao longo do tempo e atribuindo importância para os atributos e para o papel de cada subsidiária, ou seja, variar  $K$  entre elas, pode contribuir para o conhecimento acerca de como a interdependência entre subsidiárias estrangeiras está relacionada à adaptação da multinacional.

## REFERÊNCIAS

- Abelson, H., Sussman, G. J., & Sussman, J. (1996). Structure and interpretation of computer programs. Cambridge, MA: *MIT Press*.
- Aggarwal, V. A., & Hsu, D. H. (2009). Modes of cooperative R&D commercialization by start-ups. *Strategic Management Journal*, 30(8): 835-864.
- Aharoni, Y. & Brock, D. M. (2010). International Business Research: Looking Back and Looking Forward. *Journal of International Management*, 16(1), 5–15.
- Aldrich, H. (1979). *Organizations and Environments*. Prentice-Hall: Englewood Cliffs, NJ.
- Aldrich, H. E., & Auster, E. (1986). Even dwarfs started small: Liabilities of age and size and their strategic implications. *Research in Organizational Behavior*, (8), 165-198.
- Aldrich, H. & Ruef, M. (2006). *Organizations Evolving* (2nd ed.). Sage: London, UK.
- Altomonte, C., Saggiolato, L & Sforza, A. (2012). TNCs' global characteristics and subsidiaries' performance across European regions. *Transnational Corporations*, 21(2), 1-20, UNCTAD.
- Anderson, P. (1999). Complexity Theory and Organization Science. *Organization Science*, 10(3), 216-232.
- Barkema, H. G., & Drogendijk, R. (2007). Internationalising in small, incremental or larger steps? *Journal of International Business Studies*, 38(7), 1132-1148.
- Barnett, W. P. (1997). The dynamics of competitive intensity. *Administrative Science Quarterly*, 128-160.
- Bartlett, C. A., & Ghoshal, S. (1986). Tap your subsidiaries for global reach. *Harvard Business Review*, 64(6), 84–87.
- Baum, J. A., & McKelvey, B. (1999). *Variations in Organization Science: In Honor of Donald T Campbell*. Sage Publications.
- Belderbos, R., & Zou, J. (2009). Real options and foreign affiliate divestments: A portfolio perspective. *Journal of International Business Studies*, 40(4), 600-620.
- Billinger, S., Stieglitz, N., & Schumacher, T. R. (2013). Search on rugged landscapes: An experimental study. *Organization Science*, 25(1), 93-108.
- Birkinshaw, J. (1994). Approaching Heterarchy. A review of the literature on multinational strategy and structure. In: B. Prasad & R. B. Peterson. *Advances in International Comparative Management*, Greenwich: JAI Press, 111-144.
- Birkinshaw, J. (1996). How multinational subsidiary mandates are gained and lost. *Journal of International Business Studies*, 27(3), 467-495.

- Birkinshaw, J. M. (1997). Entrepreneurship in Multinational Corporations: The Characteristics of Subsidiary Initiatives, *Strategic Management Journal*, 18(3), 207–229.
- Birkinshaw, J. & Morrison, A. (1995). Configuration of strategy and structure in subsidiaries of multinational corporations. *Journal of International Business Studies*, 26(4), 729-753.
- Birkinshaw, J., & Hood, N. (1998). Multinational subsidiary evolution: capability and charter change in foreign-owned subsidiary companies. *Academy of Management Review*, 23(4), 773–795.
- Birkinshaw, J., Hood, N. & Jonsson, S. (1998). Building firm-specific advantages in multinational corporations: The role of subsidiary initiative. *Strategic Management Journal*, 19 (3), 221–241.
- Birkinshaw, J., Hood, N., & Young, S. (2005). Subsidiary entrepreneurship, internal and external competitive forces, and subsidiary performance. *International Business Review*, 14(2), 227-248.
- Bjorkman, I., & Forsgren, M. (2000). Nordic international business research: a review of its development. *International Studies of Management and Organization*, 30(1), 6-25.
- Boddewyn, J.J., 2008. History of the AIB Fellows 1975–2008. In: Boddewyn, J.J. (Ed.), *International business scholarship: AIB fellows on the first 50 years and beyond*, 15–95.
- Borini, F. M., Fleury, M. T. L., Fleury, A. C. C., & Junior, M. D. M. O. (2009). The relevance of subsidiary initiatives for Brazilian multinationals. *RAE- Revista de Administração de Empresas*, 49(3), 253-265.
- Bradley, S. W., Aldrich, H., Shepherd, D. A., & Wiklund, J. (2011). Resources, environmental change, and survival: Asymmetric paths of young independent and subsidiary organizations. *Strategic Management Journal*, 32(5), 486-509.
- Buckley, P. J. & Casson, M.C. (1976). *The Future of the Multinational Enterprise*, McMillan, London.
- Buckley, P. J., Devinney, T. M., & Louviere, J. J. (2007). Do managers behave the way theory suggests? A choice-theoretic examination of foreign direct investment location decision-making. *Journal of International Business Studies*, 38(7), 1069-1094.
- Burgelman, R. A. & Grove, A. S. (2007). Let Chaos Reign, then Rein in Chaos – Repeatedly: Managing Strategic Dynamics for Corporate Longevity. *Strategic Management Journal*, 28(10), 965–979.
- Burkhart, R. (1996). *The SWARM simulator: Applications in science and business. Embracing Complexity: Exploring the Application of Complex Adaptive Systems to Business*. Ernst & Young Center for Business Innovation, Cambridge, MA.
- Campbell, D. T., & Fiske, D. W. (1959). Convergent and discriminant validation by the multitrait-multimethod matrix. *Psychological Bulletin*, 56: 81–105.

- Celo, S., Nebus, J., & Wang, I. K. (2015). MNC structure, complexity, and performance: Insights from NK methodology. *Journal of International Management*, 21(3), 182-199.
- Chandler, A. D. (1991). The functions of the HQ unit in the multibusiness firm. *Strategic Management Journal*, 12(1), 31-50.
- Ciabuschi, F., Forsgren, M., & Martín, O. M. (2011). Rationality versus ignorance: the role of MNE headquarters in subsidiaries' innovation processes. *Journal of International Business Studies*, 42(7), 958-970.
- Cohen, M. (1999). Commentary on the Organization Science Special Issue on Complexity. *Organization Science*, 10(3), 373-376.
- Cook, T. D., & Campbell, D. T. (1979). Quasi-experimentation: Design and analysis issues for field settings. *Boston: Houghton Mifflin*.
- Cowan, G. A., David P., David M. (1994). Complexity: Metaphors, Models and Reality. *Addison-Wesley*, Reading, MA. 17-29.
- Daft, R. L. (1992). *Organization Theory and Design*. West Publishing, St Paul, MN.
- Davis, J. P., Eisenhardt, K. M. & Bingham, C. B (2007). Developing theory through simulation methods. *Academy of Management Review*, 32(2), 480-499.
- Delany, E. (2000). Strategic Development of the Multinational Subsidiary through Subsidiary Initiative-taking. *Long Range Planning*, 33(2), 220-244.
- Devaney, R. L. (1992). *A first course in chaotic dynamical systems: Theory and experiment*. Perseus Books, Reading.
- Dias, A. C. A. M. (2012). A escolha do modo de entrada no mercado externo e sua relação com o desempenho da subsidiária: evidências das empresas multinacionais brasileiras. (Tese de Doutorado). Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Drazin, R. & Sandelands, L. (1992). A perspective on the process of organizing. *Organization Science*, 3(2), 230-249.
- Dunning, J. (1993). *Multinational Enterprises and the Global Economy*. Reading, Mass, and Wokingham. England: *Addison-Wesley*.
- Eisenhardt, K. M. (1989). Building theories from case study research. *Academy of Management Review*, 14(4), 532-550.
- Enright, M. & Subramanian, V. (2007). An organizing framework for MNC subsidiary typologies. *Management International Review*, 47(6), 895-924.
- Fichman, M., & Levinthal, D. A. (1991). Honeymoons and the liability of adolescence: A new perspective on duration dependence in social and organizational relationships. *Academy of Management Review*, 16(2), 442-468.

- Fleming, L., & Sorenson, O. (2001). Technology as a complex adaptive system: evidence from patent data. *Research Policy*, 30(7), 1019-1039.
- Fontana, W. & Ballati, S. (1999). Complexity. *John Wiley & Sons, Inc.* 4(3), 14-16, New York, NY, USA.
- Forrester, J. W. (1968). Industrial Dynamics - After the First Decade. *Management Science*, 14(7), Theory Series, 398-415.
- Frenken, K. (2000). A complexity approach to innovation networks. The case of the aircraft industry (1909–1997). *Research Policy*, 29, 257-272.
- Frenken, K. (2001). Modelling the organisation of innovative activity using the NK-model. *In Nelson-and-Winter Conference*, 12-16.
- Frost, T. S., Birkinshaw, J. M., & Ensign, P. C. (2002). Centers of excellence in multinational corporations. *Strategic Management Journal*, 23(11), 997-1018.
- Gavetti, G., & Levinthal, D. (2000). Looking forward and looking backward: Cognitive and experiential search. *Administrative Science Quarterly*, 45(1), 113-137.
- Gell-Mann, M. (1994). Complex adaptive systems. *In Complexity: Metaphors, Models and Reality*, eds. George A. C., David P. and David M. Addison-Wesley, Reading.
- Ghemawat, P., & Levinthal, D. (2000). Choice structures and business strategy. *HBS Comp. & Strategy Working Paper*, 1-12.
- Ghoshal, S. & Bartlett, C. A. (1990). The Multinational Corporation as an Interorganizational Network. *The Academy of Management Review*, 15(4), 603–625.
- Ghoshal, S., Korine, H., & Szulanski, G. (1994). Interunit communication in multinational corporations. *Management Science*, 40(1), 96-110.
- Ghoshal, S. & Nohria, N. (1989). Internal differentiation within the multinational corporation. *Strategic Management Journal*, 10(4), 323–337.
- Gupta, A. & Govindarajan, V. (1991). Knowledge flows and the structure of control within multinational corporations. *Academy of Management Review*, 16(4), 768-792.
- Hedlund, G. (1986). The Hypermodern MNC – A Heterarchy? *Human Resource Management*, 25(1), 9-35.
- Hedlund, G., & Rolander, D. (1990). Action in Heterarchies – New Approaches to Managing the MNC. In: Bartlett, C. A., Doz, Y. L., & Hedlund, G.: *Managing the Global Firm*. Routledge, London, New York, 15-46.
- Henderson, R. (1993). Underinvestment and incompetence as responses to radical innovation: Evidence from the photolithographic alignment equipment industry. *The RAND Journal of Economics*, 248-270.

- Holland, J. H. (1995). *Hidden Order: How Adaptation Builds Complexity*. Addison-Wesley, Reading.
- Holland, J. H. & Miller, J. H. (1991). Artificial adaptive agents in economic theory. *The American Economic Review*, 81(2), 365-370.
- Hordijk, W. (1996). A measure of landscapes. *Evolutionary Computation*, 4(4), 335-360.
- Kani, G. K. (2006). 100 Statistical tests. 3rd edition. London: *SAGE Publications*.
- Kauffman, S. A. (1993). *The origins of order: Self-organization and selection in evolution*. Oxford University Press, New York.
- Kauffman, S. A. & Johnsen, S. (1991). Coevolution to the edge of chaos: Coupled fitness landscapes, poised states, and coevolutionary avalanches. *Journal of Theoretical Biology*, 149(4), 467-505.
- Kauffman, S. A. & Levin, S., (1987). Towards a general theory of adaptive walks on rugged landscape. *Journal of Theoretical Biology*, Vol. 128(1), pp. 11-45.
- Kauffman, S. A. & Weinberger, E. D., (1989). The NK Model of Rugged Fitness Landscapes and Its Application to Maturation of the Immune Response. *Journal of Theoretical Biology*, Vol. 141(2), pp. 211-245.
- Kimura, H., Perera, L. C. J. & Lima, F. G., (2010). Teoria da complexidade e paisagens de adaptação: aplicações em estratégia. *Revista de Administração – RAUSP*, Vol. 45(3), pp. 238-254.
- Kogut, B. & Zander, U. (1993). Knowledge of the Firm and the Evolutionary Theory of the Multinational Corporation. *Journal of International Business Studies*, 24(4), pp 625–645.
- Law, A. M. & Kelton, D. W. (1991). *Simulation modeling and analysis* (2nd Ed.). New York: McGraw-Hill.
- Levinthal, D. A. (1997). Adaptation on Rugged Landscapes. *Management Science*, 43(7), 934-950.
- Levinthal, D. A. & Warglien, M. (1999). Landscape Design: Designing for Local Action in Complex Worlds. *Organization Science*, 10(3), 342-357.
- Levitan, B., Lobo, J., Schuler, R. & Kauffman, S. A., (2002). Evolution of Organizational Performance and Stability in a Stochastic Environment. *Computational & Mathematical Organization Theory*, Vol. 8(4), pp. 281–313.
- Lewin, R. (1992). *Complexity: Life at the edge of chaos*. Collier Book, New York.
- Leydesdorff, L. (2002). The complex dynamics of technological innovation: a comparison of models using cellular automata. *Systems Research and Behavioral Science*, 19(6), 563-575.

- Lichtenstein, B. B. (2000). The Matrix of Complexity: A Multi-Disciplinary Approach for Studying Emergence in Coevolution. Mobilizing the Self-Renewing Organization: *The Coevolution Advantage* Edited by Arie Lewin and Henk Voldberda; SAGE Publications.
- Ma, T., & Nakamori, Y. (2005). Agent-based modeling on technological innovation as an evolutionary process. *European Journal of Operational Research*, 166(3), 741-755.
- Madhok, A. & Liu, C. (2006). A coevolutionary theory of the multinational firm. *Journal of International Management*, 12, 1-21.
- May, R. M. (1976). Simple mathematical model with very complicated dynamics. *Nature*, 261, 459-467.
- McAuley, A. (2010). Looking back, going forward: reflecting on research in to the SME internationalization process. *Journal of Research in Marketing and Entrepreneurship*, 12, pp. 21-41.
- McDonald, F., Tüselmann, H. J., Voronkova, S., & Allen, M. (2006). The development of foreign-owned subsidiaries and the supply of European markets. Working Paper 06-03. *Manchester Metropolitan University*.
- McKelvey, B. (1997). Complexity vs. Selection: Retuning Kauffman's "Tunable" Adaptive Landscape. *Organization Science, special issue on complexity theory*.
- McKelvey, B. (1999). Avoiding Complexity Catastrophe in Coevolutionary Pockets: Strategies for Rugged Landscapes. *Organization Science*, 10(3), 294-321.
- Modis, T. (1992). Predictions: Society's telltale signature reveals the past and forecasts the future. *Simon & Schuster*, New York.
- Morel, B. & Ramanujam, R. (1999). Through the looking glass of complexity: The dynamics of organizations as adaptive and evolving systems. *Organization Science* 10(3), 278-293.
- Nachum, L., & Song, S. (2011). The MNE as a portfolio: Interdependencies in MNE growth trajectory. *Journal of International Business Studies*, 42(3), 381-405.
- Nelson, R. R. & Winter, S. G. (1982). An evolutionary theory of economic change. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1997). Criação de conhecimento na empresa: como as empresas Japonesas geram a dinâmica da inovação. *Elsevier*, 17 ed., Rio de Janeiro.
- O'Donnell, S. W. (2000). Managing foreign subsidiaries: agents of headquarters, or an interdependent network? *Strategic Management Journal*, 21(5), 525-548.
- O'Donnell, A., Gilmore, A., Cummins, D., & Carson, D. (2001). The network construct in entrepreneurship research: a review and critique. *Management Decision*, 39(9), 749-760.
- Parrish, J. K. & Edelstein-Keshet, L. (1999). Complexity, pattern, and evolutionary trade-offs in animal aggregation. *Science*, 284, 99-101.

- Pettigrew, A. (1988). Longitudinal field research on change: Theory and practice. Paper presented at the National Science Foundation Conference on Longitudinal Research Methods in Organizations, Austin.
- Pezzi, A. C., Gowdak, D. & Mattos, N. S. (2010). *Biologia – Volume Único – Ensino Médio*. FTD: Didáticos, 1 Ed.
- Picard (1980). Organizational structures and integrative devices in European multinational corporations. *Columbia Journal of World Business*, 15(1), 30.
- Porter, M., (1986). In: *Competition in Global Industries*. Boston, Massachusetts, Harvard Business School Press, Cap 1, 15–60.
- Prahalad, C. K. & Doz, Y. L. (1987). *The Multinational Mission*, New York: The Free Press.
- Raziq, M. M., Borini, F. M., & Perry, M. (2014). Subsidiary initiatives and subsidiary autonomy: Evidence from New Zealand and Brazil. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 10, 589-605.
- Repenning, N. (2002). A simulation-based approach to understanding the dynamics of innovation implementation. *Organization Science*, 13: 109–127.
- Rivkin, J. W. (2000). Imitation of complex strategies. *Management Science*, 46(6), 824-844.
- Rivkin, J. W., & Siggelkow, N. (2003). Balancing search and stability: Interdependencies among elements of organizational design. *Management Science*, 49(3), 290-311.
- Rosenbloom, R. S., & Christensen, C. M. (1994). Technological discontinuities, organizational capabilities, and strategic commitments. *Industrial and Corporate Change*, 3(3), 655-685.
- Rugman, A. M., Verbeke, A., & Nguyen, P. C. Q. T. (2011). Fifty years of international business theory and beyond. *Management International Review*, 51(6), 755-786.
- Saavedra, R., Earley, P. C., & Van Dyne, L. (1993). Complex interdependence in task-performing groups. *Journal of Applied Psychology*, 78(1), 61.
- Safarzyńska, K., & van den Bergh, J. C. (2010). Evolutionary models in economics: a survey of methods and building blocks. *Journal of Evolutionary Economics*, 20(3), 329-373.
- Scott, W. R., & Meyer, J. W. (1983). *The organization of societal sectors*. Sage: Beverly Hills, CA.
- Shaver, J. M. (2013). Do we really need more entry mode studies? *Journal of International Business Studies*, 44(1), 23-27.
- Shepherd, D. A., Douglas, E. J., & Shanley, M. (2000). New venture survival: Ignorance, external shocks, and risk reduction strategies. *Journal of Business Venturing*, 15(5), 393-410.

- Siggelkow, N. (2001). Change in the presence of fit: The rise, the fall, and the renaissance of Liz Claiborne. *Academy of Management Journal*, 44(4), 838-857.
- Simon, H. A. (1962). The architecture of complexity. *Proceedings of the American Philosophy Association*, 106: 467-482.
- Simon, H. A. (1996). *The Sciences of the Artificial*, MIT Press, third ed., Cambridge, MA.
- Singh, J. V. (1986). Performance, slack, and risk taking in organizational decision-making. *Academy of Management Journal*, 29(3), 562-585.
- Sommer, S. C., Loch, C. H., & Dong, J. (2009). Managing complexity and unforeseeable uncertainty in startup companies: An empirical study. *Organization Science*, 20(1), 118-133.
- Stadler, P.F. (1995), "Towards a Theory of Landscapes," *Social Systems Research Institute*, Working Paper Number 9506. University of Wisconsin, Madison.
- Teece, D. J. (2014). A Dynamic Capabilities-Based Entrepreneurial Theory of the Multinational Enterprise. *Journal of International Business Studies*, 45(1), pp 8–37.
- Teece, D., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, 18(7): 509-533.
- Thompson, D. (1967). *Organizations in Action*. McGraw-Hill, New York.
- Tushman, M. L., & Anderson, P. (1986). Technological discontinuities and organizational environments. *Administrative Science Quarterly*, 439-465.
- United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD), 2008. *World Investment Report. Transnational Corporations and the Infrastructure Challenge*. United Nations, New York.
- Vahlne, J. E. & Johanson, J. (2013). The Uppsala Model on Evolution of the Multinational Business Enterprise – from Internalization to Coordination of Networks. *International Marketing Review*, 30(3), 189–210.
- Waldrop, M. M. (1992). *Complexity: The emerging science at the edge of chaos*. Simon & Schuster, New York.
- Warren, K., Franklin, C. & Streeter, C. L. (1998). New Directions in Systems Theory - Chaos and Complexity. *Social Work*, 43(4), 357-372.
- Welch, C., & Paavilainen-Mäntymäki, E. (2014). Putting process (back) in: research on the internationalization process of the firm. *International Journal of Management Reviews*, 16(1), 2-23.

- Wiseman, R. M., & Bromiley, P. (1996). Toward a model of risk in declining organizations: An empirical examination of risk, performance and decline. *Organization Science*, 7(5), 524-543.
- Wright, S. (1932). The roles of mutation, inbreeding, crossbreeding, and selection in evolution. In: *Proceedings of the Sixth International Congress on Genetics I*, pp. 356-366.
- Zander, I. & Zander, U. (1997). The oscillating multinational firm: Alfa Laval in the period 1980-1990. In: Bjorkman, I. & Forsgren, M. The nature of the international firm: Nordic contribution to international business research. Copenhagen: *Copenhagen Business School Press*, 89-115.
- Zeitz, G. (1980). Interorganizational dialectics. *Administrative Science Quarterly*, 72-88.
- Zott, C. (2003). Dynamic capabilities and the emergence of intra-industry differential firm performance: Insights from a simulation study. *Strategic Management Journal*, 24: 97-125.