



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Instituto de Economia

RENATA MARTINS PREDO

**A Importância dos Ativos Intangíveis no Processo de Acumulação
do Setor Farmacêutico**

Campinas

2022



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Instituto de Economia

RENATA MARTINS PREDO

**A Importância dos Ativos Intangíveis no Processo de Acumulação
do Setor Farmacêutico**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Econômicas do Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Mestra em Ciências Econômicas.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Rosangela Ballini
Coorientador: Prof. Dr. Fernando Sarti

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL
DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELA ALUNA
RENATA MARTINS PREDO E ORIENTADA PELA
PROF^ª. DR^ª. ROSANGELA BALLINI.

Campinas
2022

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca do Instituto de Economia
Luana Araujo de Lima - CRB 8/9706

P912i Predo, Renata Martins, 1996-
A importância dos ativos intangíveis no processo de acumulação do setor farmacêutico / Renata Martins Predo. – Campinas, SP : [s.n.], 2022.

Orientador: Rosangela Ballini.
Coorientador: Fernando Sarti.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia.

1. Propriedade intelectual. 2. Indústria farmacêutica. 3. Árvores de decisão.
I. Ballini, Rosangela, 1969-. II. Sarti, Fernando, 1964-. III. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Economia. IV. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: The intangible assets importance in the accumulation process of the pharmaceutical sector

Palavras-chave em inglês:

Intellectual property

Pharmaceutical industry

Decision trees

Área de concentração: Teoria Econômica

Titulação: Mestra em Ciências Econômicas

Banca examinadora:

Rosangela Ballini [Orientador]

Fernando Sarti [Coorientador]

Celio Hiratuka

Marco Antonio Vargas

Data de defesa: 11-03-2022

Programa de Pós-Graduação: Ciências Econômicas

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <http://orcid.org/0000-0002-5710-7250>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/6191839259701368>



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Instituto de Economia

RENATA MARTINS PREDO

**A Importância dos Ativos Intangíveis no Processo de Acumulação
do Setor Farmacêutico**

Prof^ª. Dr^ª. Rosangela Ballini – orientadora

Defendida em 11/03/2022

COMISSÃO JULGADORA

Prof^ª. Dr^ª. Rosangela Ballini – PRESIDENTE
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)

Prof. Dr. Célio Hiratuka
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)

Prof. Dr. Marco Antonio Vargas
Universidade Federal Fluminense (UFF)

A Ata de Defesa, assinada pelos membros da Comissão Examinadora, consta no processo de vida acadêmica da aluna.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, à professora Dr^a. Rosangela Ballini e ao professor Dr. Fernando Sarti por toda ajuda, paciência e orientação ao longo desta pesquisa. Essa foi uma jornada de muito aprendizado e devo isso principalmente a vocês.

Ao Prof. Dr. Célio Hiratuka e ao Prof. Dr. Marco Vargas por terem aceitado participar da banca examinadora desta dissertação e por terem contribuído com excelentes sugestões e críticas.

À Prof^a. Dr^a. Camila Veneo Campos Fonseca, agradeço, por um lado, por todas as frutíferas sugestões na banca de qualificação e, por outro, pela amizade, conversas, dicas e incentivos.

Eu não poderia deixar de agradecer ao Rodrigo, por ter tornado tudo mais leve, quando tudo parecia pesado demais para suportar.

Por fim, agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro a esta pesquisa (processo n° 131111/2020-5).

RESUMO

Os ativos intangíveis têm se mostrado cada vez mais relevantes para as estratégias de crescimento e acumulação das empresas. No setor farmacêutico, os ativos intangíveis são importantes para as estratégias das firmas, dado o caráter intensivo em ciência desta indústria. O presente trabalho tem como objetivo mapear e discutir o processo de acumulação do setor farmacêutico a partir da gestão de ativos intangíveis, com base na análise do gasto em P&D, e do número de patentes e *trademarks* registrados pelo setor e pela comparação com outros setores intensivos em P&D. A hipótese central do trabalho é que os ativos intangíveis são mais importantes para o setor farmacêutico do que para outros setores intensivos em P&D e que eles têm papel central no processo de acumulação do setor. Para a verificação da hipótese, foi utilizado o método de Árvores de Classificação e Regressão, mais especificamente o algoritmo QUEST (*Quick, Unbiased, Efficient, Statistical Tree*), e a base de dados JRC-OECD COR&DIP© database na construção de duas árvores de classificação. A partir da amostra analisada, a primeira árvore apontou que as empresas farmacêuticas se destacam das empresas dos demais setores por terem grande proporção de empresas de portes menores, por investirem mais em P&D, possuírem as patentes mais caras, isto é, um maior custo do P&D, registrarem mais *trademarks* e menos CAPEX, o que evidencia que a posse de ativos intangíveis é uma característica marcante do setor. A segunda árvore apontou que as empresas farmacêuticas que apresentam lucros operacionais acima da mediana do setor não são, necessariamente, as que investem mais em P&D e/ou registram mais patentes e *trademarks*, embora essas sejam variáveis relevantes para a sua caracterização, indicando que o uso estratégico desses ativos é crucial e que a posse de ativos intangíveis é condição necessária, mas não suficiente para o processo de acumulação do setor farmacêutico.

Palavras-chave: Ativos intangíveis; Setor farmacêutico; Árvore de Classificação.

ABSTRACT

The intangible assets have been increasingly relevant to companies' growth and accumulation strategies. In the pharmaceutical sector, intangible assets are important for firms' strategies, given the science-intensive nature of this industry. This work aims to map and discuss the pharmaceutical sector's accumulation process from the point of view of the intangible assets management, based on the analysis of the R&D spending and the number of patents and trademarks registered by the sector, and by the comparison with others R&D-intensive sectors. The central hypothesis of this work is that the intangible assets are more important to the pharmaceutical sector than other R&D-intensive sectors and that the intangible assets have a central role in the accumulation process within the pharmaceutical sector. To verify the hypothesis, the methodology of classification and regression trees was used, more specifically the QUEST algorithm (Quick, Unbiased, Efficient, Statistical Tree) and the JRC-OECD COR&DIP© database provided the used data. Two classification trees were calculated. From the analyzed sample, the first tree pointed out that the main characteristics that differentiate pharmaceutical companies from companies in the other sectors were that pharmaceutical companies have a large proportion of smaller companies, they invest more in R&D, they have the most expensive patents, i.e., a higher R&D cost, they register more trademarks and they spend less in CAPEX, this result shows that the possession of intangible assets is an important feature of the sector. The second tree pointed out that pharmaceutical companies that present operating profits above the industry median are not necessarily those that invest more in R&D and/or register more patents and trademarks, although these are relevant variables for their characterization. The strategic use of these assets is very important, and the possession of intangible assets is a necessary but not sufficient condition for the accumulation process in the pharmaceutical sector.

Keywords: Intangible assets; Pharmaceutical sector; Classification Tree.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Árvore de Decisão: estrutura e conceitos.....	59
Figura 2 – Árvore de Classificação I.....	94
Figura 3 – Árvore de Classificação II.....	99

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Acumulado do número e do valor dos acordos de F&A, por setor de atividade ...	26
Tabela 2 – As empresas farmacêuticas com maior valor de mercado, em 2021	28
Tabela 3 – P&D, CAPEX, lucro operacional e vendas líquidas por setor, ano de 2016.....	72
Tabela 4 – 10 setores com maiores lucros operacionais e suas rentabilidades.....	73
Tabela 5 – Setores que mais investiram em P&D em 2016	75
Tabela 6 – Setores que mais investiram em CAPEX em 2016	76
Tabela 7 – Setores que mais registraram patentes entre 2014-2016.....	77
Tabela 8 – Setores que mais registraram <i>trademarks</i> entre 2014-2016.....	78
Tabela 9 – Setores com maior média de patentes e <i>trademarks</i> por empresa	80
Tabela 10 – Frequência dos países sede das empresas	81
Tabela 11 – Análise Descritiva do Setor Farmacêutico	84
Tabela 12 – Empresas farmacêuticas com o maior número de patentes e <i>trademarks</i>	87
Tabela 13 – Matriz de classificação	96

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Percentual de micro, pequenas, médias e grandes empresas na amostra	82
Gráfico 2 – Número de empresas por setor segundo a classificação de tamanho	83

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Principais ativos intangíveis e suas definições.....	40
Quadro 2 – Ativos intangíveis em comparação com os ativos tangíveis.....	43
Quadro 3 - Variáveis utilizadas para caracterizar as empresas farmacêuticas.....	67
Quadro 4 – Variáveis utilizadas para caracterizar farmacêuticas com maiores lucros.....	69
Quadro 5 – Classificação do porte da empresa segundo o número de funcionários.....	82
Quadro 6 – Pesos utilizados para penalizar má classificação da Árvore I.....	90
Quadro 7 – Características observáveis das empresas do setor farmacêutico.....	93
Quadro 8 – Pesos utilizados para penalizar má classificação da Árvore II.....	96
Quadro 9 – Características observáveis das empresas do setor farmacêutico com maiores lucros operacionais.....	98

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. A Importância dos Ativos Intangíveis no Setor Farmacêutico.....	19
2.1 Setor Farmacêutico	19
2.1.1 Estrutura	20
2.1.2 Conduta	23
2.1.3 Desempenho	29
2.2 Ativos intangíveis e o padrão de concorrência e acumulação	31
2.2.1 Ativos intangíveis e a literatura econômica	32
2.2.2 Definições e caracterizações	37
2.3 O Papel dos Ativos Intangíveis no Setor Farmacêutico.....	45
2.3.1 O investimento em P&D	46
2.3.2 O registro de patentes	48
2.3.3 O registro de <i>trademarks</i>	53
3. Metodologia e análise descritiva dos dados.....	58
3.1 Árvores de classificação	58
3.2 Base e análise descritiva dos dados	69
4. Resultados das Árvores de Classificação.....	89
4.1 Árvore 1: Características observáveis das empresas farmacêuticas	89
4.2 Árvore 2: Características observáveis das empresas farmacêuticas com maiores lucros operacionais	95
5. COMENTÁRIOS FINAIS	100
BIBLIOGRAFIA	105

1. INTRODUÇÃO

A indústria farmacêutica se formou a partir da indústria química, no início do século XIX. Desde então, passou por gerações de inovações, como a baseada na química orgânica, no isolamento e síntese de hormônios, vitaminas e antibactericidas e, mais recentemente, a baseada na biotecnologia (ACHILLADELIS & ANTONAKIS, 2001). O que se manteve constante em todas essas fases foi a centralidade dos ativos de conhecimento e da pesquisa e desenvolvimento (P&D) para o processo de acumulação e de crescimento das empresas do setor.

Atualmente, a indústria farmacêutica é composta, essencialmente, por firmas de grande porte, com caráter fortemente oligopolizado e grandes barreiras à entrada, baseadas na posse de ativos intangíveis relacionados ao conhecimento, como *know-how*, atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e marketing, *trademarks* e patentes. Operando de forma global, a competição entre as companhias farmacêuticas se dá via diferenciação de produtos, efetuada principalmente pelos elevados gastos em P&D e *marketing* que buscam estabelecer marcas comerciais. As firmas farmacêuticas de grande porte, com forte poder de mercado e muita influência no setor são conhecidas como Big Pharmas.

São principalmente as Big Pharmas que usufruem de economias de escala derivadas da posse e do uso de ativos intangíveis. Através do uso estratégico de ativos tais como gastos em P&D e marketing, essas empresas conseguem operar globalmente com grandes escalas, reduzindo seus custos e mantendo uma elevada margem de lucro. A possibilidade de operar em grandes escalas com baixos custos leva a constituição de barreiras à entrada no setor, que são, portanto, fortemente influenciadas pelo uso estratégico de ativos intangíveis. Por sua vez, as barreiras à entrada reforçam a posição oligopolística dessas empresas.

O setor farmacêutico é apontado como um dos mais lucrativos (LEDLEY et al., 2020) e mais intensivos em P&D, o que fica evidente ao analisar a presença das firmas farmacêuticas entre as 2000 empresas que mais investiram em P&D de 2015-2018. Das 2000 empresas, 231 pertencem ao setor farmacêutico, sendo o setor com o maior número de empresas na base. A título de comparação, o setor de fabricação de componentes eletrônicos, o segundo com o maior número de empresas, possui 150 representantes.¹

¹ Dados obtidos através da base de dados COR&DIP©v.3 (2021).

O alto investimento em P&D do setor farmacêutico tem sido usado como justificativa por parte das firmas farmacêuticas para a sua elevada lucratividade e o elevado preço de seus produtos. As elevadas margens de lucro que, mesmo com custos reduzidos devido às economias de escala, causam preços mais elevados, seriam uma forma de tornar possível e compensar o risco e a demora no retorno dos investimentos em P&D. Entretanto, diversos autores, como Spitz & Wickham (2012) e Mazzucato & Roy (2019), apontam que, na verdade, os elevados lucros do setor farmacêutico são devidos, fundamentalmente, ao poder oligopolista de mercado dessas empresas, que envolve principalmente o monopólio de ativos de conhecimento, como patentes e marcas, e às características do mercado de produtos do setor, em que a demanda costuma ser fortemente inelástica.

Além disso, contribuem para os elevados preços dos produtos farmacêuticos e, conseqüentemente, a elevada lucratividade, a forte estratégia de marketing realizada por essas empresas. Em 2000, as dez maiores companhias farmacêuticas investiram, em média, 36% das suas receitas de venda em marketing (ANGELL, 2005). Grande parte desse investimento em marketing é direcionado para a construção de marcas fortes (*trademarks*), com o objetivo de cativar a fidelidade do consumidor.

Dessa forma, evidencia-se a centralidade dos ativos intangíveis como P&D, patentes e *trademarks* para o setor farmacêutico. Pode-se entender os ativos intangíveis, conforme apresentado por Kayo (2002, p. 14) como “um conjunto estruturado de conhecimentos, práticas e atitudes da empresa que, interagindo com seus ativos tangíveis (ativo fixo e capital de giro), contribui para a formação do valor das empresas”. Muitos são os ativos intangíveis que podem estar em posse das empresas. Entretanto, os principais intangíveis destacados pela literatura econômica são P&D, patentes, *trademarks*, a *goodwill*, *softwares*, *know-how*, relações com clientes, estruturas organizacionais, treinamento de funcionários e design (DURAND & MILBERG, 2019).

Os ativos intangíveis são relativamente mais difíceis de serem mensurados e, conseqüentemente, são contabilizados apenas de forma limitada nos balanços das empresas. Por exemplo, estruturas organizacionais e treinamento de funcionários são comumente excluídos das demonstrações financeiras. Além disso, os gastos em marketing e em P&D continuam sendo contabilizados principalmente como despesas, ao invés de serem capitalizados. A grande

exceção é a *goodwill*² que acaba sendo contabilizada, principalmente, nos processos de fusões e aquisições, como um prêmio de compra sobre o valor contábil (TEECE, 2016). Por isso, para realizar análises empíricas envolvendo ativos intangíveis, ou analisa-se a *goodwill* em processos de fusão e aquisição, ou utiliza-se os dados de gastos em P&D e marketing e os registros de patentes e *trademarks* realizados pelas empresas em questão.

Embora o setor farmacêutico sempre tenha sido bastante intensivo em ativos intangíveis, nos últimos anos a importância dos intangíveis para o processo de acumulação do setor se acentuou. O aumento da importância dos intangíveis no setor faz parte tanto de um processo econômico mais amplo, em que a principal fonte de criação de valor deixa de ser apenas a produção de bens materiais e passa a depender cada vez mais da criação, aquisição e exploração de intangíveis, quanto de um processo interno ao setor farmacêutico, em que os ativos intangíveis passam a ser elementos essenciais do processo de concorrência e acumulação dessas empresas.

As patentes, por exemplo, têm sido usadas cada vez mais como uma forma de extração de valor, ao invés de serem usadas como forma de proteção a inovações. Conforme aponta Mazzucato (2018), nessa nova lógica de utilização das patentes, passou-se a patentear diversas etapas do processo produtivo e não mais somente o produto final. O objetivo desse registro excessivo de patentes é cercar determinadas áreas do conhecimento para bloquear concorrentes e garantir posições oligopolistas. Além disso, tem-se buscado cada vez mais a expansão do período de vigência das patentes. Isso ocorre, principalmente, por dois mecanismos: as empresas passam a patentear diversas etapas do processo de desenvolvimento de um medicamento e/ou passam a direcionar parte considerável de seus investimentos em P&D para o desenvolvimento de pequenas modificações nas fórmulas dos produtos que já possuem, o que passou a ser conhecido como *me-too drugs* (BUSFIELD, 2003). Embora essas modificações não gerem produtos mais efetivos que aqueles que já se encontram no mercado,

² *Goodwill* pode ser definida como o somatório de ativos intangíveis não reconhecidos, mas potencialmente identificáveis, ou um tipo de “prêmio de compra”. Dessa forma, a *goodwill* pode abranger uma grande variedade de itens, tais como *trademarks*, direitos de patentes, *copyrights*, relações comerciais, reputações, habilidades e qualidade dos produtos (GIULIANI & BRÄNNSTRÖN, 2011). Johnson & Petrone (1998) resumem o que a *goodwill* pode representar em algumas categorias: (i) excesso de valor justo (*fair value*) sobre os valores contábeis reconhecidos dos ativos líquidos da firma adquirida; (ii) *fair value* de ativos intangíveis não identificáveis contabilmente; (iii) *fair value* do elemento de “continuidade” dos negócios existentes da firma adquirida; (iv) *fair value* das sinergias que podem surgir da combinação dos negócios da firma adquirida e da adquirente; e (v) pagamento indevido pelo adquirente.

elas criam fórmulas suficientemente diferentes para que um pedido de extensão de patente seja submetido e aprovado.

Os *trademarks* também têm papel central na estratégia das empresas farmacêuticas. Possuir uma marca forte, conforme aponta Barth et al. (1998), contribui para o processo de acumulação de uma empresa ao gerar lucros operacionais maiores e mais consistentes ao longo do tempo devido ao reconhecimento da marca e a fidelidade do consumidor, o que leva a menor vulnerabilidade às ações de marketing de empresas concorrentes, a maior inelasticidade a aumentos de preços e uma maior elasticidade a reduções de preços (KELLER, 1998).

Sendo o P&D, as patentes e os *trademarks* ativos centrais para a estratégia das empresas farmacêuticas, é importante ressaltar que cada um desses ativos será mais importante em etapas distintas do ciclo de vida dos produtos (KAYO et al., 2006). As atividades de P&D dão início ao ciclo de vida dos medicamentos, com o desenvolvimento de uma possível inovação comercializável. Com o término da etapa de desenvolvimento, as patentes ganham relevância e contribuem para a proteção do produto desenvolvido. Por fim, com a comercialização do medicamento, a importância relativa dos *trademarks* se eleva conforme o produto passa a ser reconhecido no mercado pela sua marca comercial, reconhecimento este que é fortemente impulsionado pela política de marketing das empresas. Além disso, a importância dos *trademarks* ganha destaque especial após o vencimento da patente (ou patentes) relacionada(s) àquele produto.

Se uma marca forte, reconhecida pelos consumidores e com alto grau de fidelidade por parte destes, foi construída durante a vigência das patentes relacionadas ao produto, quando a concorrência com os genéricos se inicia, as perdas para a firma podem ser relativamente menores. Uma marca forte fideliza os consumidores mesmo quando existem opções mais em conta no mercado, como os genéricos, garantindo uma sobrevida àquele medicamento (BLACKETT & HARRISON, 2001).

Dessa forma, o uso estratégico de ativos intangíveis pelo setor farmacêutico tem se constituído em importante estratégia de concorrência, dando capacidade competitiva às firmas, e contribuído para o processo de acumulação dessas empresas. Assim, este trabalho tem como objetivo geral contribuir para a literatura ao mapear, avaliar e discutir o processo de acumulação do setor farmacêutico a partir da gestão de ativos intangíveis, com base na análise do gasto em P&D, do número de patentes e *trademarks* registrados pelo setor e pela comparação com outros

setores intensivos em P&D. Especificamente, além de uma revisão teórica sobre os ativos intangíveis e o setor farmacêutico e suas estratégias, esta dissertação busca, utilizando os dados das 2000 empresas que mais investiram em P&D entre 2013-2016, apontar se a posse de intangíveis, tais como P&D, patentes e *trademarks*, está entre as características que melhor descrevem as empresas farmacêuticas altamente intensivas em P&D frente a empresas de outros setores também intensivas em P&D. Além disso, busca-se também verificar, dentro das 226 empresas farmacêuticas da amostra, se as farmacêuticas que apresentam lucros operacionais superiores à mediana do setor são as empresas com maiores gastos em P&D e maior registro de patentes e *trademarks*.

A hipótese central do trabalho é que os ativos intangíveis são relativamente mais importantes para o setor farmacêutico do que para outros setores e que eles têm papel ativo no processo de acumulação do setor. Para a verificação da hipótese de pesquisa, foi utilizado o método de Árvores de Classificação e Regressão, mais especificamente o algoritmo QUEST (*Quick, Unbiased, Efficient, Statistical Tree*) proposto por Loh e Shih (1997), utilizando a base “JRC-OECD COR&DIP©, v.2, 2019” que fornece dados disponibilizados pela Comissão Europeia em colaboração com a *Joint Research Center Directorate B – Crescimento e Inovação*, e com a *OECD Directorate for Science, Technology and Innovation (STI)*.

Deste modo, a presente pesquisa se justifica por lidar com um setor altamente rentável, com elevada intensidade tecnológica e cujo P&D está concentrado em grandes corporações privadas dos países centrais. Essas grandes corporações globais têm elevado poder de mercado e moldam a direção do avanço tecnológico na área da saúde. Dessa forma, as suas estratégias afetam diretamente as condições de acesso aos produtos farmacêuticos em todo o mundo e, com especial ênfase, na periferia. Em outras palavras, o setor farmacêutico é de grande interesse público e social, mas é regido por interesses privados que buscam muito mais acentuar um processo de acumulação do que o desenvolvimento de produtos melhores e mais acessíveis para a população.

Depois da crise sanitária causada pela pandemia de COVID-19, a importância pública do setor farmacêutico ficou ainda mais evidente. Embora já se tenha discutido o papel do P&D e do registro de patentes e *trademarks* no setor, uma compreensão mais detalhada da importância desses ativos para a estratégia da indústria farmacêutica é um passo fundamental para o entendimento dos interesses privados que regem um setor de profundo interesse público e social.

A dissertação está estruturada em três capítulos, além da presente introdução e dos comentários finais. No primeiro capítulo, discute-se, em primeiro lugar, o setor farmacêutico, dando ênfase a sua evolução e características estruturais e aos principais temas discutidos na literatura econômica em relação ao setor. Em segundo lugar, retoma-se o papel conferido aos ativos intangíveis na literatura econômica e apresenta-se algumas definições e caracterizações deste tipo de ativo. E, em terceiro lugar, discute-se o papel dos ativos intangíveis no setor farmacêutico, com ênfase no investimento em P&D e no registro de patentes e *trademarks*, de forma a apresentar de que forma esses ativos contribuem para a estratégia de acumulação das empresas farmacêuticas.

No segundo capítulo, apresenta-se a metodologia utilizada no trabalho, árvores de classificação, dando ênfase nas características e nas vantagens do QUEST, o algoritmo de árvore escolhido para o trabalho. Além disso, apresenta-se ainda a base de dados utilizada, “JRC-OECD COR&DIP©, v.2, 2019” e realiza-se a análise descritiva dos dados que serão utilizados para calcular as árvores de classificação.

No terceiro capítulo, por fim, são apresentados e discutidos os resultados das duas árvores de classificação obtidas para o trabalho. Na Árvore 1, apresenta-se as características observáveis das empresas farmacêuticas da amostra e, na Árvore 2, apresenta-se as características observáveis das empresas farmacêuticas com maiores lucros operacionais, de forma a verificar a importância dos ativos intangíveis para a caracterização das empresas farmacêuticas frente a outros setores e a importância dos ativos intangíveis para as empresas farmacêuticas com maiores lucros operacionais.

2. A Importância dos Ativos Intangíveis no Setor Farmacêutico

2.1 Setor Farmacêutico

No início do século XIX, a indústria farmacêutica começou a se formar, tendo como fundamento a revolução química. Desde então, quatro gerações de inovações ocorreram nesta indústria, conforme apontam Achilladelis et al (1990) e Achilladelis & Antonakis (2001): (i) a primeira geração (1820-1880), baseada nas inovações introduzidas principalmente por Lavoisier; (ii) a segunda geração (1880-1930), baseada na produção de soros e vacinas e na utilização da química orgânica; (iii) a terceira geração (1930-1960), baseada no isolamento e na síntese de vitaminas, corticosteroides, hormônios sexuais e antibacterianos; e (iv) a quarta geração (a partir de 1980), baseada na descoberta da biotecnologia.

Embora as três primeiras gerações de inovações tenham sido de suma importância para o setor farmacêutico, nenhuma delas alterou sensivelmente a estrutura da indústria. Já a quarta geração, diferentemente das três primeiras, costuma ser apontada pelos estudiosos do tema como um ponto de virada estrutural na indústria farmacêutica. Antes da década de 1980, esse setor era constituído quase que em sua totalidade por empresas de grande porte, totalmente integradas – a própria empresa era responsável pelo processo de P&D que possibilitava a descoberta de compostos promissores, pelo desenvolvimento clínico, pelo processo regulatório, pela produção e pela comercialização.

A maior parte dessas firmas já estava no mercado há décadas, sendo organizações em fase de maturidade, com raízes quase sempre na indústria química do século XIX. Seus grandes e constantes investimentos em P&D, em ativos mercadológicos e em capital humano e organizacional eram financiados essencialmente por capital interno. A posição oligopolista dessas firmas foi alcançada, principalmente, por meio de medicamentos campeões de vendas, os chamados *blockbusters*. Além disso, a produtividade interna do investimento em P&D era impulsionada por economias de escala e escopo na realização de pesquisas, alocação eficiente de recursos nos mercados internos de capital e na capacidade de capturar *spillovers* de conhecimento gerados interna e externamente (COCKBURN, 2004).

Após a década de 1980, com o novo paradigma tecnológico trazido pela utilização da biotecnologia, a descoberta de novos medicamentos se tornou mais *science-intensive*. Como consequência direta deste fato, os processos de desenvolvimento de novos medicamentos

passaram a ser mais longos e mais dispendiosos. A resposta a essas novas características do desenvolvimento de produtos farmacêuticos se deu na forma de um forte processo de concentração no setor, que buscou, através de acordos de fusão e aquisição, a continuação do desenvolvimento de novos medicamentos. Além disso, durante a década de 1990, as indústrias farmacêuticas dos países centrais mantiveram em suas matrizes os principais processos de P&D e transferiram a produção e a comercialização de medicamentos para os países periféricos, de forma a se integrarem em um processo de globalização da produção (KORNIS et al., 2014).

Ademais, com a entrada significativa de empresas de biotecnologia, a estrutura da indústria farmacêutica se complexificou. As empresas de biotecnologia se tornaram, em muitos casos, intermediárias entre as instituições de pesquisas acadêmicas e as Big Pharmas, realizando parcerias com a Big Pharmas, em um processo conhecido como terceirização do P&D. Muitas dessas empresas recém-surgidas ganharam espaço e atingiram escalas suficientes para alterar a estrutura da indústria farmacêutica, se tornando importantes protagonistas deste setor (COCKBURN, 2004). O surgimento das empresas de biotecnologia também estimulou o processo de fusão e aquisição, dado que boa parte delas foi absorvida pelas grandes companhias farmacêuticas, que viram nessas fusões e aquisições oportunidades de se integrarem de forma mais rápida na produção de medicamentos com base biotecnológica.

Dessa forma, nos itens seguintes, busca-se apresentar de forma não exaustiva o setor farmacêutico seguindo o paradigma Estrutura-Condução-Desempenho (BAIN, 1956), de tal forma que seja possível apresentar: (i) as características estruturais deste setor, bem como alguns elementos-chave do ambiente interno dessas empresas; (ii) algumas estratégias competitivas das firmas farmacêuticas,³ tais como a estratégia de marketing, os processos de fusão e aquisição e a terceirização do P&D; e (iii) os resultados apresentados pelo setor, com especial ênfase na lucratividade e na política de preços praticada.

2.1.1 Estrutura

Com o novo paradigma tecnológico trazido pela utilização da biotecnologia no setor farmacêutico, dois principais processos ocorreram nesta indústria: a internacionalização e a

³ O item 2.3 irá se aprofundar na discussão das estratégias das companhias farmacêuticas dando ênfase no uso estratégico de ativos intangíveis tais como investimentos em P&D e o registro de patentes e *trademarks*.

concentração industrial – atualmente, estas são duas das características estruturais mais marcantes do setor. Mas pode-se ainda ressaltar várias outras. Conforme destaca o relatório *Perspectivas do Investimento em Saúde* (p. 37), a indústria farmacêutica atualmente se caracteriza como um

oligopólio diferenciado baseado nas ciências e com elevadas barreiras à entrada associadas particularmente ao papel do marketing. As empresas que lideram o setor são de grande porte e atuam de forma globalizada no mercado mundial, havendo interdependência entre as estratégias perseguidas no interior de cada grupo nos distintos mercados nacionais e entre os diferentes competidores. A liderança de mercado é exercida em segmentos de mercados particulares (classes terapêuticas, entre outros cortes possíveis), mediante diferenciação de produtos. As barreiras à entrada nesta indústria são, assim, decorrentes das economias de escala relacionadas às atividades de P&D e de marketing, não sendo predominante a competição via preços (Gadelha, 1990 e 2002). Como decorrência, a indústria, especialmente no caso dos medicamentos éticos,⁴ apresenta baixa elasticidade-preço da demanda (Bastos, 2005), marcando, do ponto de vista estrutural (e não apenas comportamental), sua natureza oligopólica. O principal instrumento da indústria de apropriação de resultados oriundos de seus esforços de P&D é a patente, ao garantir um monopólio temporário de vendas (Capanema, 2006).

Embora a concentração de mercado seja um elemento marcante do setor farmacêutico, principalmente no nível das classes terapêuticas, essa é uma indústria que comporta nichos de mercado, tais como genéricos, *blockbusters* e produtos similares. Ou seja, é um setor que atua de forma segmentada, o que permite a participação de empresas de menor porte, devido a inexistência de economias de escala significativas em certos segmentos do mercado.

Portanto, a indústria farmacêutica do século XXI é composta por empresas líderes de grande porte e possui um caráter fortemente oligopolizado, apresentando grandes barreiras à entrada fundadas na utilização de economias de escala possibilitadas pela posse de ativos intangíveis relacionados ao conhecimento, tais como *know-how*, atividades de P&D e marketing, *trademarks* e patentes. Essas grandes empresas operam de forma global, com estratégias competitivas direcionadas a cada mercado nacional. A competição dentro desta indústria é realizada por diferenciação de produtos, efetuada, fundamentalmente, pelos elevados gastos em *marketing* que buscam estabelecer a reputação de marcas comerciais. Reforça o caráter da competição em diferenciação de produto, o fato de os medicamentos possuírem, em

⁴ Os medicamentos éticos são aqueles prescritos por médicos que, legalmente, não podem ser anunciados na mídia, podendo ser divulgados apenas em publicações especializadas direcionadas aos médicos.

geral, baixa elasticidade-preço. Há também espaço no setor para empresas de menor porte, que atuam em segmentos de mercado em que economias de escala não são essenciais para o sucesso competitivo.

Em relação ao que essas empresas produzem, pode-se dividir os produtos farmacêuticos em três principais categorias: (i) *in-patent drugs*, são os medicamentos vendidos apenas sob prescrição médica. Essa é a categoria mais importante e a maior responsável pelo crescimento da indústria farmacêutica, gerando altas margens de lucro, mas também sendo responsável pela maior parte do gasto em P&D e em marketing das empresas farmacêuticas; (ii) *out-of-patent drugs*, também conhecidos como genéricos, são vendidos apenas sob prescrição médica com o seu nome original de patente, ou outros nomes de marca, ou com seu nome genérico. A competição em preços é grande e as margens de lucro geradas por essa categoria são relativamente menores; e, por fim, (iii) *over-the-counter drugs*, que podem ser vendidos diretamente para o consumidor, sem prescrição médica. Geralmente a essa categoria são dedicados grandes gastos em propaganda (principalmente propaganda direta ao consumidor) e baixos gastos em P&D. A competição nessa categoria gira em torno do marketing de marcas estabelecidas (TARABUSI & VICKERY, 1998).

O percentual de cada uma dessas categorias varia de acordo com o país, devido tanto a especificidades locais e culturais, quanto a políticas governamentais, conforme apontam Tarabusi & Vickery (1998). Por exemplo, segundo os dados do *Patented Medicine Prices Review Board* (2019), em 2018, os genéricos representaram 81% das unidades totais de medicamentos consumidos nos EUA (o equivalente a 15% dos gastos totais com medicamentos), 77% das unidades totais consumidas na Alemanha (23% dos gastos), 76% das unidades totais consumidas no Canadá (25% dos gastos), 75% das unidades totais consumidas no Chile (51% dos gastos), 71% das unidades totais consumidas no Reino Unido (37% dos gastos), 65% das unidades totais consumidas no México (41% dos gastos), 60% das unidades totais consumidas na França (25% dos gastos), 48% das unidades totais consumidas na Suíça (21% dos gastos), 46% das unidades totais consumidas na Itália (30% dos gastos) e 35% das unidades totais consumidas no Japão (15% dos gastos).

Entretanto, até um medicamento se tornar um genérico, ele passa pelo seu “ciclo de vida” completo, que se inicia na descoberta de um componente (químico ou biológico) promissor. Segundo Lakdawalla (2018), o ciclo de vida de um produto farmacêutico segue quatro etapas principais. A primeira, é a descoberta de um novo possível medicamento e o

pedido de patente. A segunda é o desenvolvimento desse produto, incluindo os testes e a aprovação para a sua comercialização. Blume-Kohout & Sood (2013) apontam que essa etapa leva, em média, 8 anos para ser concluída. Primeiro são realizados testes pré-clínicos, em animais, para verificar as propriedades farmacológicas e a sua possível toxicidade, a próxima etapa é o teste em seres humanos, normalmente divididos em três fases. A fase I utiliza um pequeno número de voluntários e busca estabelecer dosagens seguras, analisar o metabolismo do fármaco e seus possíveis efeitos colaterais; a fase II utiliza algumas centenas de pacientes com a doença ou condição a ser tratada e um grupo de controle; a fase III utiliza um grande número de voluntários, para garantir a segurança do uso do medicamento.⁵ Entre as maiores firmas farmacêuticas, apenas 20 a 30% dos medicamentos que entram na fase 1 acabam sendo aprovados para o uso (ADAMS & BRANTNER, 2006).

A terceira etapa, segundo Lakdawalla (2018), é a competição oligopolista e a busca pela extensão das patentes.⁶ A quarta e última etapa é a competição com produtos genéricos. Busfield (2003) aponta que a média de tempo entre os primeiros estágios dos trabalhos de laboratório em um produto, até a sua aprovação final e a ida ao mercado aumentou de 8,1 anos na década de 1960, para 14,2 anos nos anos 1990. Segundo o *2016 Biopharmaceutical Research Industry Profile* (PHRMA, 2016), em 2016, do momento que um candidato promissor a medicamento é identificado até a sua aprovação pelo FDA, passa-se em média 15 anos e apenas 12% dos medicamentos que estão sendo investigados acabam sendo aprovados pelo FDA.

2.1.2 Conduta

(i) *Estratégia de marketing*

Em relação à estratégia de marketing, Lakdawalla (2018) aponta que a indústria farmacêutica gasta montantes semelhantes de seu capital em marketing e em P&D. Já Angell (2005, pp.11-2) apresenta valores ainda maiores para o gasto das firmas farmacêuticas em

⁵ Angell (2005) detalha todas as fases do processo de aprovação de um novo fármaco.

⁶ Em geral, a lei de patentes norte-americana estabelece o monopólio da invenção por vinte anos. Mas algumas extensões podem ser realizadas no caso de patentes farmacêuticas. Por exemplo, se um medicamento se mostrar indicado também para usos pediátricos, pode-se pedir mais 6 meses de proteção adicional. Além disso, o *Hatch-Waxman Act* (1984 – *Public Law* 98-417) reconhece que parte da vida de uma patente de medicamento ocorre antes da data da aprovação pelo FDA (*Food and Drug Administration* – órgão norte-americano responsável pelos testes e aprovações dos novos medicamentos). Assim, o *Hatch-Waxman Act* possibilita que as patentes de medicamentos sejam estendidas em até cinco anos (LAKDAWALLA, 2018).

marketing, apontando que, em 2000, as dez maiores companhias farmacêuticas investiram, em média, 36% de suas receitas de vendas em “*marketing and administration*”, o que corresponde a 2,5 vezes o gasto em P&D no mesmo período. Rosenthal et al. (2003) dão indícios de que o gasto com marketing dessas empresas tem sido efetivo para impulsionar as vendas. Segundo os autores, 13 a 22% do crescimento do gasto com medicamentos que foi observado no final dos anos 1990 e começo dos anos 2000 pode ser atribuído ao crescimento na publicidade direta ao consumidor.

A publicidade direta ao consumidor é apenas uma das formas das empresas farmacêuticas realizarem o marketing de seus produtos. Angell (2005) destaca que são quatro os principais gastos de marketing que as empresas farmacêuticas incorrem. O primeiro é a já mencionada publicidade direta ao consumidor (*direct-to-consumer advertising* – DTCA), que ocorre principalmente por meio de propaganda na televisão e, mais recentemente, na internet. O segundo é o esforço de divulgação direta para médicos. O terceiro é a distribuição de amostras grátis para profissionais da saúde e o quarto é a publicidade em revistas médicas.

O maior componente dos gastos em marketing das firmas farmacêuticas é o esforço de divulgação direta para os médicos, que ocorre, principalmente, por meio de visitas de representantes das firmas aos consultórios médicos. Nestas visitas, as amostras grátis que costumam ser distribuídas são o segundo maior componente dos gastos em marketing. Porém, conforme aponta Lakdawalla (2018, p. 438), desde 1997, quando o *Food and Drug Administration* (FDA) relaxou a regulação,⁷ a publicidade direta ao consumidor aumentou muito nos EUA, tendo seu gasto anual triplicado de 1996 a 2000, quando chegou a US\$ 2,5 bi, o equivalente a 15% do total dos gastos em marketing pela indústria.⁸ Rosenthal et al. (2003) apontam ainda que, em 2001, 25% dos norte-americanos perguntaram a seus médicos sobre medicamentos que eles haviam visto em propagandas.⁹

⁷ Antes de 1997, DTCA era permitida apenas se a condição médica fosse mencionada, mas a marca não, ou se a marca fosse mencionada, mas a condição médica para qual o medicamento foi desenvolvido não, e incentivasse o consumidor a procurar um médico.

⁸ Segundo Scherer (2004), em 2001, o gasto do setor farmacêutico norte-americano com DTCA foi de US\$ 2,7 bi, enquanto o gasto com o esforço de divulgação direta para médicos foi de US\$ 5 bi e o gasto com a distribuição de amostras foi de US\$ 11 bi.

⁹ Os autores ainda destacam que a propaganda direta ao consumidor é bastante efetiva em expandir o mercado daquela classe de medicamentos que está sendo anunciada, porque DTCA pode aumentar a conscientização dos consumidores, que até então não haviam buscado tratamento, sobre a existência de medicamentos potencialmente eficazes, o que acaba levando mais pacientes aos consultórios médicos (ROSENTHAL et al., 2003).

(ii) *Concentração, consolidação e os processos de fusão e aquisição no setor farmacêutico*

Nos últimos 20 anos, o número de processos de fusões e aquisições (F&A) na indústria farmacêutica tem crescido. Embora F&A não sejam uma tendência recente no setor, tendo ocorrido grandes acordos já nos anos 1980 e 1990, nos últimos anos testemunhou-se uma intensificação desse processo, tanto em número de acordos, quanto, principalmente, em volume despendido nessas transações. Segundo os dados do *Institute for Mergers, Acquisitions and Alliance* (IMAA), na década de 1990, foram acordados 2573 processos de F&A dentro do setor farmacêutico e de biotecnologia, movimentando 475,58 bilhões de dólares. Na década de 2000, o número de acordos subiu para 6926, movimentando 1050,88 bilhões de dólares. Já na década de 2010, o número de acordos se elevou para 9859, movimentando 2275,09 bilhões de dólares.¹⁰

Pelos dados apresentados pelo *Institute for Mergers, Acquisitions and Alliance* (IMAA), é possível observar ainda que a estratégia de reforço das capacitações produtivas e tecnológicas e aumento de escala por meio de acordos de F&A é uma tendência global, não se limitando apenas ao setor farmacêutico. Entretanto, os acordos envolvendo empresas farmacêuticas e de biotecnologia costumam movimentar maiores quantias. Na década de 1990, entre os setores automotivo, químico, bancário, serviços de TI, maquinário e de softwares, o setor farmacêutico apresentou o menor número de acordos de F&A, com o segundo maior valor movimentado. Na década de 2000, o setor farmacêutico seguiu com o segundo maior valor acumulado movimentado e, na década de 2010, o setor farmacêutico foi o que movimentou o maior valor acumulado em processos de fusão e aquisição, mesmo não estando entre os setores que mais acordaram processos de F&A. A Tabela 1 compara os acumulados do número de acordos e do valor despendido para os setores automotivo, químico, bancário, serviços de TI, maquinário, software e farmacêutico e biotecnologia, na década de 1990, 2000 e 2010.

¹⁰ Segundo o *2019 EU Industrial R&D Investment Scoreboard* (p. 73), algumas das maiores fusões e aquisições na indústria farmacêutica dos últimos dez anos foram: a Pfizer adquirindo a Wyeth (2009) e a Hospira (2015), a Takeda adquirindo a Shire (2018, tendo a Shire adquirido a Baxalta em 2016); Merck US adquirindo a Schering-Plough (2009); Abbvie adquirindo a Pharmacyclics (2015) e a Allergan (2019); Gilead adquirindo a Pharmasset (2011) e a Kite Pharma (2017); a Johnson and Johnson adquirindo a Actelion (2017); Amgen adquirindo a Onyx (2013) e a Otezla (2019); a Sanofi adquirindo a Bioverativ (2018); a Roche adquirindo a Genentech (2009); e a Novartis adquirindo a Alcon (2010).

Tabela 1 – Acumulado do número e do valor dos acordos de F&A, por setor de atividade

Setor	1990-1999		2000-2009		2010-2019	
	Número de acordos de F&A	Valor (em bilhões de dólares)	Número de acordos de F&A	Valor (em bilhões de dólares)	Número de acordos de F&A	Valor (em bilhões de dólares)
Automotivo	4449	256,70	6560	413,06	8135	582,58
Químico	4999	371,58	7719	469,25	8897	1264,11
Bancário	10137	1626,19	9117	2510,30	8715	1116,79
Serviços de TI	4373	150,20	11100	273,61	15501	493,10
Maquinário	7118	165,48	9487	259,39	12444	609,41
Software	8805	249,79	28383	831,41	29850	1448,15
Farma e biotecnologia	2573	475,58	6926	1050,883	9859	2275,09

Fonte: *Institute for Mergers, Acquisitions and Alliance (IMAA)*, elaboração própria.

Dierks et al. (2018, p. 1) apontam que o movimento de fusões e aquisições dentro da indústria farmacêutica faz parte da estratégia dessas empresas de buscar crescer de forma acelerada, para continuarem competitivas em um mercado cada vez mais dinâmico. Nas palavras dos autores:

To respond to the fast-moving market, the new demand from epidemiologic transition and to create new innovative drugs, pharmaceutical companies are more strategically looking for the generation of inorganic growth as organic growth is moving at slow pace due to the hitting external macro requirement. Inorganic growth is the growth rate by growing profits through external deals such as collaborations, venture capitals, or Mergers and Acquisitions (M&A).

Já segundo o *2019 EU Industrial R&D Investment Scoreboard*, esse movimento tem sido uma resposta a duas tendências tecnológicas. A primeira é a crescente dificuldade de desenvolver *biologic drugs* se comparado com o desenvolvimento de *molecule drugs*, que utilizam uma tecnologia mais simples. As *biologic drugs* demandam mais gastos em P&D por medicamento bem-sucedido e enfrentam maiores requisitos regulatórios para a aprovação, de forma que as companhias de maior porte são mais capacitadas para desenvolvê-las. A segunda

tendência é a emergência de pequenas empresas de biotecnologia, principalmente nos EUA, que conseguem recursos para desenvolver novos medicamentos inovadores. Geralmente, quando esses medicamentos são bem-sucedidos em testes clínicos, essas pequenas empresas são adquiridas por grandes empresas farmacêuticas que concluem os testes clínicos, obtêm aprovação regulatória e colocam esses novos medicamentos no mercado, através da sua grande rede comercial.

Busfield (2003) aponta ainda um terceiro motivo para o grande número de fusões e aquisições na indústria farmacêutica. Para a autora, as fusões e aquisições têm sido solicitadas também como soluções de problemas que as empresas farmacêuticas enfrentam quando elas perdem patentes de produtos-chave. Srivastava (2012, p. 1) vai além e destaca que muitas firmas farmacêuticas adquirem outras firmas principalmente para tomar posse de suas marcas mais bem sucedidas, evitando assim os altos custos e os altos riscos do desenvolvimento de novos produtos e marcas.¹¹ Assim, o processo de fusão está diretamente relacionado com a necessidade dessas empresas de adquirir ativos intangíveis estratégicos e, assim, reforçar suas estruturas oligopolísticas.

Discutindo exatamente este movimento, Fernandez & Klinge (2020, p. 17) destacam que:

where Big Pharma companies compete with each other for the acquisition of monopolized knowledge, is the commodification of IPRs [intellectual property rights] themselves. Companies that own IPRs become commodities or takeover targets in a marketplace for M&A and their value is directly related to their IPR portfolio.

Fernandez & Klinge (2020) apontam ainda que esse processo de fusões e aquisições dentro do setor farmacêutico ajuda a explicar o crescente endividamento do setor. Segundo os autores, comparado com a receita de vendas, o endividamento das 27 maiores empresas farmacêuticas passou de 20% em 2000, para 72% em 2018. Essa mudança na estrutura de capital das empresas não pode ser explicada pela expansão dos investimentos em capital fixo ou P&D,

¹¹ O autor ainda destaca outros motivos para o processo de fusão e aquisição no setor farmacêutico nos últimos anos: “*The lack of research and development (P&D) productivity, expiring patents, generic competition and high-profile product recalls are driving the M&A activity in the global pharmaceutical and bio-tech sector* (SRIVASTAVA, 2012, p. 2).

mas sim pelas aquisições de concorrentes ou de pequenas empresas de biotecnologia e, também, pelo pagamento de acionistas.

Cabe ainda ressaltar que o movimento de fusões e aquisições que tem ocorrido na indústria farmacêutica não contribuiu apenas para ampliar as capacitações tecnológicas e mercadológicas das firmas desse setor, mas também para impulsionar o valor de mercado dessas empresas. De fato, as Big Pharmas se encontram entre as companhias com os maiores valores de mercado do mundo, segundo o ranking elaborado pela empresa PWC, *Global Top 100 Companies by Market Capitalisation*. Em 2021, das cem maiores companhias do mundo, em relação ao valor de mercado, doze pertenciam ao setor farmacêutico. A Tabela 2 apresenta a lista com essas empresas e os seus respectivos valores de mercado em 2021.

Tabela 2 – As empresas farmacêuticas com maior valor de mercado, em 2021

Empresa	Valor (em bilhões de dólares)	Empresa	Valor (em bilhões de dólares)
Johnson & Johnson	433	AbbVie Inc.	191
Roche Holding	283	Eli Lilly & Co.	179
Abbott Labs	212	Novo Nordisk	160
Novartis AG	212	Amgen Inc.	144
Pfizer Inc.	202	Bristol-Myer Squibb	141
Merck & Co.	195	AstraZeneca PLC	131

Fonte: *Global Top 100 Companies by Market Capitalisation* (PWC), elaboração própria.

(iii) A terceirização do P&D

Conforme discutido no início do capítulo, a indústria farmacêutica enfrentou uma profunda transformação com o surgimento e entrada de novas firmas baseadas em biotecnologia (NBFs – sigla em inglês para *new biotechnology-based firms*). Com a descoberta da aplicação de novos campos do conhecimento, tais como biologia celular e molecular, na indústria farmacêutica, abriu-se a possibilidade para que firmas baseadas em biotecnologia conquistassem espaço nesse setor – principalmente porque as firmas estabelecidas ainda eram fortemente baseadas na química tradicional, não possuindo experiência alguma nessa nova área (HOWELLS et al., 2008).

Entretanto, o crescimento das NBFs encontrou alguns impedimentos, como as altas barreiras à entrada associadas aos elevados custos de desenvolvimento e marketing, que continuaram fortemente proibitivos. Ao mesmo tempo, as grandes empresas do setor buscavam se tornar mais flexíveis e capazes de reagir mais rapidamente a mudanças no mercado. É neste contexto que a relação “simbiótica” (PIACHAUD, 2004) entre esses dois tipos de firmas passou a existir e se expandir na indústria farmacêutica: pequenas empresas focadas em pesquisa especializada passam a trabalhar para Big Pharmas num processo cada vez mais acentuado de terceirização do P&D no setor. De tal forma que as NBFs se tornaram parceiras e intermediárias chave no processo de descoberta de medicamentos.

Ambas as partes possuíam forte interesse nesse tipo de estratégia, já que as Big Pharmas se beneficiaram com um rico e mais diversificado programa de pesquisa se mantendo atualizadas de forma pouco custosa nas novas tendências tecnológicas, enquanto as NBFs passaram a ter oportunidade de promover o desenvolvimento de seus produtos (PIACHAUD, 2004).

Taafe (1996) aponta que a terceirização do P&D relacionado à biotecnologia no setor farmacêutico, em muitos casos, apresentou diversas vantagens em relação aos processos de fusão e aquisição. Por exemplo, o dispêndio de capital necessário para formar uma parceria é muito menor do que para adquirir uma empresa. Isso permite que a Big Pharma construa um portfólio mais diversificado de projetos, advindos de diversas fontes, em contraste com um número menor de projetos derivados de uma única empresa. Além disso, caso um produto ou uma tecnologia falhe, é menos custo para a Big Pharma se desvincular da parceria do que seria caso essa empresa fizesse parte de sua corporação.

Dessa forma, temos como característica distintiva do setor farmacêutico a terceirização do P&D, com a presença de pequenas empresas altamente intensivas em pesquisa e desenvolvimento que são parceiras e intermediárias chave no processo de inovação do setor.

2.1.3 Desempenho

O setor farmacêutico representa uma parcela significativa e crescente dos gastos com saúde, conforme aponta Lakdawalla (2018). Os dados de Spitz & Wickham (2012) ilustram esse movimento: nos EUA, os gastos nacionais com medicamentos controlados (aqueles

vendidos apenas com a apresentação de receita médica) aumentaram entre 9,05% e 18,35% por ano, entre 1998 e 2004, várias vezes mais do que o aumento no índice geral de preços ao consumidor.

Enquanto os gastos com medicamentos têm apresentado elevações contínuas ano após ano, a indústria farmacêutica tem se mostrado um dos setores mais lucrativos. Ao comparar a lucratividade do setor farmacêutico com empresas dos demais setores presentes no S&P 500, Ledley et al. (2020), observaram que, entre 2000 e 2018, a lucratividade das firmas farmacêuticas de grande porte foi significativamente maior que a de outras companhias de mesmo porte.

A justificativa da indústria farmacêutica para sua elevada lucratividade e para o elevado preço de seus produtos tem sido a sua necessidade constante e intensa de investir em P&D. O setor farmacêutico é, de fato, um dos setores mais intensivos em pesquisa e desenvolvimento.¹² Segundo o *2019 EU Industrial R&D Investment Scoreboard*, a indústria farmacêutica apresentou gastos em P&D equivalentes a 15,4% da sua receita de vendas, enquanto setores como o de serviços de software e automotivo apresentaram intensidades de 10,8% e 4,7%, respectivamente. E entre 2015-2018, das 2000 companhias que mais investiram em P&D no mundo, 309 pertenciam ao setor farmacêutico e de biotecnologia.¹³

Entretanto, a literatura econômica sobre o setor tem debatido, nos últimos anos, se os altos preços e os elevados lucros são realmente necessários para garantir o investimento em P&D para a próxima geração de “*life-saving drugs*”. Spitz & Wickham (2012) questionam a justificativa das firmas farmacêuticas e chegam à conclusão, através de um modelo estatístico, de que as firmas farmacêuticas investem, em média, o equivalente a 8,78% do valor total de seus ativos em P&D, o que sugere que uma parte de sua receita é, de fato, investida no que pode vir a ser a próxima geração de *life-saving drugs*. Contudo, os autores destacam que os investimentos em P&D não garantem elevados lucros no setor farmacêutico e, segundo as evidências encontradas por eles, o poder oligopolista de mercado dessas empresas explica muito mais seus altos lucros e o alto preço de seus produtos.

No mesmo sentido, Mazzucato & Roy (2019) defendem que as empresas farmacêuticas praticam elevados preços devido mais às características do mercado de produtos

¹² Intensidade de P&D entendida como a relação entre os gastos em P&D e a receita de vendas.

¹³ Dados obtidos na base de dados COR&DIP©v.3 (2021).

farmacêuticos do que aos seus investimentos arriscados e de demorado retorno em P&D. Os autores apontam que, no setor farmacêutico, o monopólio das empresas e a demanda inelástica por seus produtos fazem com que os preços possam ser mantidos em altos patamares. Por sua vez, os altos lucros gerados não são, em sua maior parte, investidos em inovação e sim direcionados a recompra de ações para a estratégia de maximização do valor dos acionistas.

Conforme apontam Lazonick et al. (2017), as 18 companhias farmacêuticas presentes no Índice S&P 500 em janeiro de 2016 e listadas publicamente de 2006 a 2015 distribuíram 99% de seus lucros para seus acionistas na última década, sendo 50% direcionado à recompra de ações e 49% na forma de dividendos. Apenas o total gasto em recompra de ações, 261 bilhões de dólares, foi o equivalente a 56% do gasto em P&D conjunto dessas 18 empresas.¹⁴

Além disso, segundo Mazzucato & Roy (2019), os preços do setor farmacêutico não levam em consideração o papel bastante expressivo do estado empreendedor (*entrepreneurial state*) na geração de novos produtos. Por exemplo, os autores apontam que, nos EUA, o investimento público do *National Institutes of Health* (NIH) foi de \$804 bilhões entre 1934 e 2015. Cleary et al. (2018) destacam que pesquisas financiadas pelo NIH estavam associadas a todos os 210 medicamentos aprovados pelo FDA entre 2010-2016. Em outras palavras, para esses autores, o setor farmacêutico tem lucrado em cima de um investimento em P&D realizado não somente por ele, mas também pelo setor público.

2.2 Ativos intangíveis e o padrão de concorrência e acumulação

Conforme apontam Durand & Milberg (2019), a presença de ativos intangíveis na economia não é um fenômeno novo. Na metade do século 19, Friedrich List já indicava o capital intelectual como parte importante das forças produtivas responsáveis pela geração do valor e pelo crescimento das firmas e dos países (LIST, 1856). No entanto, nos últimos cinquenta anos, as economias centrais têm testemunhado uma mudança significativa no modo de criação do

¹⁴ Os autores ainda apontam que “*Many of America’s largest corporations, Pfizer and Merck among them, routinely distribute more than 100 percent of profits to shareholders, generating the extra cash by reducing reserves, selling off assets, taking on debt, or laying off employees* (Lazonick et al. 2015). *Over the decade 2006-2015, Johnson & Johnson, Pfizer, and Merck, the three largest pharma companies, spent an annual average of \$4.2 billion, \$6.3 billion, and \$3.0 billion, respectively, on buybacks, while Amgen, the largest independent biopharma company, spent \$3.2 billion per year*” (LAZONICK et al., 2017, p.4).

valor. A principal fonte de valor econômico deixou de ser apenas a produção de bens materiais, e passou a depender fortemente da criação, aquisição e exploração dos intangíveis, tipicamente identificados como P&D, *know-how*, propriedade intelectual, habilidades da força de trabalho, relacionamentos, *softwares* e marcas. Conforme destaca Eustace (2004, p. 13):

A fundamental difference between the 20th and 21st century economies might simply be that we can no longer rely on tangible assets and the representation of production as purely a physical process to provide us with a reliable guide to the rate and direction of economic change.

O aumento da importância dos ativos intangíveis na economia global precisa ser analisado no contexto das profundas transformações sociais e econômicas das últimas décadas. Houve uma grande elevação no volume do comércio internacional e um aumento da importância das finanças. As firmas passaram a buscar a consolidação de suas reputações comerciais e de suas marcas, além de acelerarem o processo de modificação de seus produtos, devido a avanços tecnológicos e razões competitivas – passando a não mais competir apenas em preço, mas também por meio da diferenciação de produtos. Além disso, ocorreu o avanço das tecnologias de informação e comunicação (TIC), diminuindo consideravelmente o custo de comunicação e de armazenamento de dados e possibilitando um maior acesso à informação, bem como uma produção globalmente distribuída e o acesso a um maior número de mercados. O considerável avanço das TICs levou também a um fortalecimento dos direitos de propriedade, que passaram também a garantir monopólios baseados em conhecimento (PAGANO, 2014).

O resultado foi que o crescimento econômico nos dias atuais é influenciado menos pelos investimentos em capital físico, tais como terras, maquinaria, estoques, do que pelo investimento em intangíveis, que passou a ser um fator crítico na produção e na exploração do capital físico. De tal forma que, atualmente, o capital intangível afirmou-se como a variável chave para o crescimento econômico, conforme aponta Fumagalli et al. (2019). Em outras palavras, o sucesso competitivo requer grande capacidade de desenvolver, gerir, mensurar e controlar o fluxo de conhecimento e de ativos intangíveis (EUSTACE, 2004).

2.2.1 Ativos intangíveis e a literatura econômica

Desde o final da década de 1970, conforme aponta Teece (2014, p. 20), a diferenciação local, a integração global e a inovação têm caracterizado as firmas bem-

sucedidas que operam globalmente. Além das características citadas, a vantagem competitiva das firmas parece estar cada vez mais dependente do desenvolvimento e da implementação de ativos intangíveis e de capital humano. Com isso, nos últimos anos os ativos intangíveis têm ganhado espaço crescente nos estudos econômicos, sendo cada vez mais estudados e discutidos. Todavia, embora os ativos intangíveis tenham maior destaque nos dias atuais, quando a sua eminência não tem como ser ignorada, a importância da gestão desse tipo de ativo para o sucesso das firmas já havia sido apontada na literatura econômica há mais de meio século, por exemplo, nos trabalhos de Penrose (1955, 1956, 1959), Caves (1971)¹⁵ e Caves & Porter (1977).¹⁶

Augier & Teece (2007) apontam que o legado de Penrose tem sido reconhecido como uma das principais bases intelectuais das atuais teorias baseadas em recursos estratégicos e em rotinas e capacitações organizacionais – teorias que dão importância central à posse e à gestão de ativos intangíveis por parte da empresa. Entretanto, Penrose não tinha como objetivo discutir as estratégias das firmas, mas sim avançar no entendimento da natureza da firma e do seu crescimento. Independente disso, as contribuições da autora foram importantes também para o campo da estratégia, com especial ênfase em sua visão da firma como um conjunto de recursos.¹⁷

Para Penrose (1959), a firma é mais do que uma estrutura administrativa com recursos produtivos; a empresa seria também uma coleção de recursos produtivos cuja disposição entre diferentes usos ao longo do tempo é determinada pela decisão administrativa. Esses recursos produtivos são tanto físicos (ativos tangíveis, como plantas, terrenos,

¹⁵ Caves (1971) não utiliza o termo “ativo intangível” de forma direta, porém aponta esse tipo de ativo como algo fundamental para o sucesso de uma firma que deseja abrir filiais em outros países. O autor trata especificamente dos seguintes ativos intangíveis: o conhecimento fundamental para a produção de commodities vendáveis e rentáveis, marcas, diferenciações subjetivas criadas pelos gastos em marketing e o conhecimento mercadológico para a venda de seu produto.

¹⁶ Caves & Porter argumentam que as barreiras à entrada de firmas em mercados já estabelecidos são tanto estruturais, quanto endógenas e discutem uma teoria de barreiras à entrada em um contexto de mobilidade de firmas entre segmentos da indústria, ou seja, os autores não vão discutir firmas que surgem do zero e decidem entrar em uma indústria estabelecida, mas sim firmas já estabelecidas em um determinado segmento da indústria que desejam atuar em outro segmento. Os autores apontam que os ativos intangíveis das empresas estabelecidas, tais como boa reputação do produto, marca reconhecível, gastos assertivos em marketing e P&D *product-oriented*, fortalecem as barreiras à entrada. Caves & Porter também apontam que as firmas já estabelecidas apresentam diversas vantagens em relação às entrantes, como ativos intangíveis estratégicos e conhecimento já adquirido naquele mercado – *goodwill*, *knowledge* e *organization*. Caves e Porter ainda apontam que os ativos intangíveis também podem ser de grande ajuda às firmas entrantes, nas palavras dos autores: “*intangible goodwill assets consisting of brands or trademarks can sometimes be transferred to a new market and thereby reduce the needed investment in sales promotion*” (CAVES & PORTER, 1977, p. 259).

¹⁷ Nas palavras de Augier e Teece (2007, p. 177), “*it was her representation of the firm as a pool of resources that has caught the imagination of scholars in the field of business strategy*”.

equipamento, maquinaria, recursos naturais e até mesmo estoque), quanto humanos (o trabalho que a firma tem disponível, seja trabalho especializado, técnico, financeiro, de gerência, etc.). Dessa forma, a função da firma é utilizar esses recursos para criar *outputs*. Para maximizar sua produção, a firma deve ser capaz de reconhecer as oportunidades produtivas e fazer uso delas. Nas palavras da autora: “*Strictly speaking, it is never resources themselves that are the ‘inputs’ in the production process, but only the services that the resources can render*” (PENROSE, 1959, p.21-2).

Dessa forma, na visão de Penrose, o crescimento das firmas depende das próprias características destas e tem como motor central a motivação humana – são as decisões da gerência baseadas num conhecimento formado dentro da organização sobre a própria firma que levam ao crescimento. Assim, “*a body of knowledge sufficient to sustain rational plans for action must be developed within the firm. What may broadly be characterized as managerial research will be necessary for the purpose*” (PENROSE, 1955, p. 532).

É por esse motivo que o trabalho de Penrose deu origem à *managerial view of the firm*, conforme aponta Carrick (2013, p. 126). Para a autora, os recursos isoladamente não são o suficiente para fazer uma firma crescer. O gerenciamento é necessário para converter os recursos em produtos de valor. O conhecimento gerencial específico pode se ajustar e expandir, o que permite que a firma cresça com o tempo – indo além, é a habilidade gerencial que gera uma fonte de crescimento de longo prazo para a firma.

Embora não utilize o termo “ativo intangível” nos trabalhos de 1955 e 1956, somente no de 1959, a autora está se referindo a um ativo intangível muito importante: o conhecimento que foi gerado dentro da firma. Mas Penrose vai além e aponta que a gestão desse ativo é crucial para o crescimento da firma:

The ‘productive opportunity’ which invites expansion is not exclusively an external one. It is largely determined by the internal resources of the firm: the products the firm can successfully launch, the very ideas of its executives and the opportunities they see, depend as much as on the kind of experience, managerial ability and technological know-how already existing within the firm as they do upon external opportunities open to all (PENROSE, 1956, p. 225, grifo nosso).

Augier & Teece (2007, p. 178) apontam que, apesar de Penrose (1959) reconhecer a importância das habilidades gerenciais e mencionar o investimento em P&D e a importância do relacionamento com o cliente, ela acaba minimizando o papel dos ativos intangíveis. Os autores ainda defendem que a importância dos ativos de conhecimento (*knowledge assets*)

também é subestimada, embora isso não seja surpreendente, dado que Penrose está analisando uma economia em que *know-how* ainda não é um dos principais fatores que determinam as vantagens competitivas das empresas.

Embora Augier & Teece acreditem que Penrose não deu a devida importância ao papel dos ativos intangíveis, a autora foi extremamente inovadora ao apontar a importância deles para a empresa. Mesmo que os ativos intangíveis não ocupem espaço central dentro de sua tese, fica bastante evidente a importância desse tipo de ativo para o crescimento das empresas, levando em consideração os ativos intangíveis internos, importantes para a gestão da própria empresa. Por exemplo, Penrose defende que o crescimento das empresas requer o recrutamento e o desenvolvimento de recursos humanos de alto nível (AUGIER & TEECE, 2007, p. 180), em outras palavras, a autora está falando de um tipo crucial de ativo intangível, o capital humano.¹⁸

O trabalho de Penrose, conforme mencionado anteriormente, gerou importantes *insights* para o campo das estratégias empresariais, para as teorias de rotinas organizacionais e capacitações. Por exemplo, uma das teorias que mais teve influência da visão de firma apresentada por Penrose foi a *resource-based view* (RBV). A RBV analisa a forma como as firmas reconfiguram seus recursos em respostas rápidas a mudanças no ambiente (CARRICK, 2013). Dessa forma, a contribuição de Penrose para a RBV está, principalmente, no fato da autora ter evidenciado como os recursos da firma podem prover fluxos de renda de longo prazo.

Wernerfelt (1984, p. 171) definiu recursos como “aqueles atributos do capital físico, humano e organizacional de uma empresa que permitem que ela conceba e implemente estratégias que melhorem a sua eficácia” e, conforme destacaram Kayo et al (2006, p. 77), “recursos incluem todos os ativos, competências, processos organizacionais, atributos, informação, conhecimento e outros fatores controlados pela empresa”. Mas, como é difícil isolar e medir recursos, principalmente recursos intangíveis, a teoria avançou para a definição de VRIN, que seriam os recursos capazes de criar valor. Em outras palavras, conforme apontam Barney et al. (2001) e Teece (2016), os recursos que são capazes de criar valor são *Valuable, Rare, Imperfectly in-imitable* e *Non-substitutable* (VRIN). Ou seja, um recurso deve satisfazer

¹⁸ Segundo a tipologia dos ativos intangíveis apresentada por Serfati (2008, p.13), pode-se separá-los em: (i) capital humano: conhecimentos, habilidades e *know-how* dos funcionários; (ii) capital relacional: recursos decorrentes do relacionamento externo da empresa com clientes, fornecedores e parceiros de P&D; (iii) capital estrutural: rotinas organizacionais, softwares, bases de dados, etc. de posse da empresa.

o critério do VRIN para poder ajudar a posição competitiva da firma – é, portanto, esse tipo de recurso que deve ser buscado pela firma.

Entretanto, conforme aponta Carrick (2013), nem todos os recursos VRIN são fonte de vantagens competitivas permanentes, já que mudanças nos fatores do ambiente influenciam o valor relativo de um recurso. Em resposta a isso, os pesquisadores começaram a aplicar uma visão dinâmica de como os recursos são integrados, construídos e reconfigurados para responder a mudanças no meio e para criar fontes de vantagens competitivas sustentáveis – essa visão dinâmica ficou conhecida como *dynamic capabilities*, ou capacitações dinâmicas.

As capacitações dinâmicas dependem fortemente de como a empresa absorve e aplica o conhecimento que ela consegue capturar. Assim, a teoria das capacitações dinâmicas faz uso da ênfase em rotinas de Nelson & Winter (1982) e da importância dos indivíduos nas rotinas organizacionais, também apontado por Chandler (1990).¹⁹ Mesmo que a teoria das capacitações dinâmicas seja uma evolução da RBV, ela não abre mão da importância dos recursos em prol das capacitações dinâmicas. Os recursos das firmas são centrais para a forma como as capacitações dinâmicas são formadas e reconfiguradas. Na verdade, a visão da firma baseada em recursos é complementar a teoria das capacitações dinâmicas – as firmas podem ter vantagens competitivas ao possuir um recurso, mas elas também podem gerar vantagens competitivas ao usar esse recurso de forma mais efetiva, ao reconfigurá-lo da melhor forma possível (CARRICK, 2013). Eisenhardt & Martin (2000, p. 1106) enfatizam a importância dos recursos na definição das capacitações dinâmicas: “processos estratégicos e organizacionais como o desenvolvimento de produtos e tomadas de decisão estratégicas que criam valor para as firmas dentro de mercados dinâmicos por meio de manipulação de recursos em novas estratégias criadoras de valor”.²⁰

Segundo Teece et al. (1997, p. 516), as capacitações dinâmicas são

the firm's ability to integrate, build, and reconfigure internal and external competences to address rapidly changing environments. Dynamic capabilities

¹⁹ Conforme aponta Teece (1993, p. 201), para Chandler (1990) “*Capturing the economies available in new industries was not an automatic process [...]. It required coordination and control, exercised through organizational structures and systems designed by management. Indeed, Chandler argues that it required new forms of industrial enterprise – organizational innovation – to take advantage of the opportunities which were afforded by new technologies*”.

²⁰ Cabe ressaltar que Teece, Pisano e Shuen (1997, p. 516) definem “recursos” como “ativos *firm-specific* que são difíceis, senão impossíveis, de imitar. Segredos comerciais, certas instalações especializadas de produção e experiência de engenharia são exemplos”.

thus reflect an organization's ability to achieve new and innovative forms of competitive advantage given path dependencies and market positions.

Assim, as capacitações da firma devem ser entendidas não em termos de itens presentes no seu balanço patrimonial, mas em termos das estruturas organizacionais e de seus processos gerenciais que possibilitam a sua atividade produtiva (TEECE et al., 1997, p. 517). Os processos organizacionais, moldados pelos ativos estratégicos das empresas e pelas trajetórias disponíveis, explicam a essência das capacitações dinâmicas da empresa e a fonte de sua vantagem competitiva.

Dessa forma, a abordagem das capacitações dinâmicas tem contribuído no estudo da importância dos ativos intangíveis para a estratégia das empresas, uma vez que coloca esse tipo de ativo no centro da criação de capacitações dinâmicas capazes de gerar vantagens competitivas para as firmas.²¹ Em outras palavras, a vantagem competitiva das firmas se baseia em seus processos gerenciais e organizacionais, moldados pela posição específica dos ativos estratégicos da empresa e pelas trajetórias disponíveis. Dentro da teoria das capacitações dinâmicas, conforme destacam Teece et al. (1997), esses ativos estratégicos são ativos (i) tecnológicos, (ii) complementares, (iii) financeiros, (iv) reputacionais, (v) estruturais, (vi) institucionais e (vii) de estrutura de mercado.

Ao colocar os ativos tecnológicos (dotação tecnológica e/ou ativos de propriedade intelectual, como patentes e *trademarks*), ativos reputacionais (as relações com clientes e fornecedores, e a forma como a firma e seus produtos são vistos pelo público) e ativos estruturais (a estrutura formal e informal de organização interna na firma e suas ligações externas) no centro da construção das capacitações dinâmicas, essa abordagem evidencia a importância dos ativos intangíveis para as estratégias concorrenciais das empresas que buscam vantagens competitivas nos mercados atuais, visando o crescimento e o seu processo de acumulação.

2.2.2 Definições e caracterizações

Com a percepção da centralidade dos ativos intangíveis na economia atual, iniciou-se um esforço acadêmico para tentar defini-los, categorizá-los, caracterizá-los e/ou contabilizá-los. Essa não é uma tarefa fácil, já que, conforme apontou Serfati (2008, p. 3), “*intangible assets*

²¹ Nas palavras de Teece (2009, p. 3): “*Dynamic capabilities enable business enterprises to create, deploy, and protect the intangible assets that support superior long-run business performance*”.

are loosely defined” e, como a centralidade dos intangíveis na economia é um fenômeno muito recente, essa literatura ainda está em construção. Dessa forma, esta seção apresenta uma breve revisão bibliográfica que busca expor algumas definições e caracterizações dos intangíveis, de forma a possibilitar a melhor compreensão do seu papel no setor farmacêutico.

Apesar de não serem físicos, os ativos intangíveis compartilham todas as características dos investimentos: as firmas gastam tempo e dinheiro neles, e eles fornecem um valor com o passar do tempo com o qual seus possuidores se beneficiam. Mas eles ainda não aparecem devidamente contabilizados nos balancetes das empresas e nem nas contas nacionais, conforme apontam Haskel & Westlake (2017, p.5).

Hulten (2010, p. 5-6) definiu ativos intangíveis como ativos que “normalmente envolvem o desenvolvimento de produtos ou processos específicos ou são investimentos em capacidades organizacionais, criando ou fortalecendo plataformas de produtos que posicionam uma empresa para competir em determinados mercados”.²² Além disso, o autor aponta que os ativos intangíveis frequentemente estão envolvidos no desenvolvimento e no uso de conhecimento, seja conhecimento tecnológico, organizacional ou de modelo de negócios e, portanto, são não-rivais, podendo ser usados por mais de uma firma e/ou ser usados diversas vezes ao mesmo tempo pela mesma firma. Hulten (2010, p. 6) também chama atenção para o fato de os intangíveis serem predominantemente desenvolvidos dentro da firma que será sua primeira e principal usuária, formando a propriedade intelectual da firma. Como exemplos de intangíveis Hulten (2010, p. 5) destaca P&D (tanto científico como não científico), softwares, treinamento de funcionários, marcas e desenvolvimento organizacional.

Serfati (2008, p. 36) aponta que, nos últimos anos, os ativos intangíveis têm adicionado uma nova camada à “exuberância financeira” e os descreve como:

Intangible assets are loosely defined, generally as identifiable non-monetary assets without physical substance which may provide benefits in the form of increased revenues, reduced costs or other benefits. Their value is to a large extent decided by stock markets, but this is not a game limited to financial markets.

Além disso, Serfati (2008, p. 46) destaca três características que definem esse tipo de ativo: (i) eles serem fonte de provável lucro econômico futuro; (ii) não possuem substância

²² “they typically involve the development of specific products or processes, or are investments in organizational capabilities, creating or strengthening product platforms that position a firm to compete in certain markets” (HULTEN, 2010, pp. 5-6, grifo do autor).

física; e (iii) poderem, até certo ponto, ser retidos e comercializados pela firma. Como exemplos de ativos intangíveis, Serfati (2008) aponta como os mais comuns sendo P&D, patentes e *trademarks*.

Kayo (2002, p. 14) define ativos intangíveis como “um conjunto estruturado de conhecimentos, práticas e atitudes da empresa que, interagindo com seus ativos tangíveis (ativo fixo e capital de giro), contribui para a formação do valor das empresas”. Com a sua definição, o autor chama a atenção para uma característica importante dos intangíveis que se relaciona com a teoria das capacitações dinâmicas: o fato da interação entre recursos da firma (tangíveis e intangíveis) gerar valor – ou seja, para a geração de vantagens competitivas, não basta a posse de ativos estratégicos, mas deve-se, principalmente, saber geri-los, combiná-los e usá-los para tal. Além disso, a definição de Kayo (2002) chama a atenção para outra característica importante: é a interação entre ativos tangíveis e intangíveis que gera valor. Em outras palavras, mesmo com a importância crescente dos ativos intangíveis na economia mundial, não se pode prescindir dos ativos tangíveis – é a sinergia entre esses dois tipos de ativo que contribui para a formação do valor das empresas.

Durand & Milberg (2019, p. 1) definem ativos intangíveis como “ativos não-financeiros que não possuem substância física, são não-rivais no consumo e são, no mínimo, parcialmente apropriáveis”. Os autores apontam como exemplos de intangíveis: *know-how* tecnológico, informação computacional, design e novos produtos, marcas, treinamentos fornecidos pelo empregador e estrutura organizacional.

Adaptando o quadro desenvolvido por Pedro (2019, p. 24), é possível elencar os principais ativos intangíveis destacados na literatura, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Principais ativos intangíveis e suas definições

Ativo	Definição
Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)	Gastos com inovação e pesquisas visando a geração de novos conhecimentos, produtos e serviços.
Patentes	Direito garantido pelo governo ao inovador para a produção e o marketing exclusivos de uma inovação por um determinado período de tempo.
Marcas (<i>trademarks</i>)	Combinação de itens como nome, sinal, design, entre outros, que tem como objetivo identificar os bens e serviços de certos vendedores e diferenciá-los dos concorrentes.
<i>Goodwill</i>	Diferença entre o valor de mercado e o valor dos ativos líquidos de uma empresa.
<i>Softwares</i>	Sistemas computacionais que processam dados de acordo com instruções programadas e que servem a fins diversos.
<i>Know-how</i>	Habilidade adquirida pela experiência, pode se referir a tecnologias, procedimentos e técnicas.
Relações com clientes	Gastos para a cativação e manutenção de clientes, como promoções e anúncios propagandísticos.
Estrutura organizacional	Forma como as atividades desenvolvidas por uma firma são organizadas, coordenadas e divididas.
Treinamento de funcionários	Treinamentos de diversos tipos fornecidos pela firma para melhor capacitar seus funcionários.
Design	Concretização de uma ideia em forma de projeto ou modelo, mediante a construção e configuração, resultando em um produto industrial passível de produção em série. ²³

Modificado a partir de Pedro (2019).

Como pode-se observar na Quadro 1, os ativos intangíveis são dos mais variados tipos. Por esse motivo, há um esforço por parte dos autores em categorizá-los segundo as suas semelhanças funcionais. Serfati (2008, p. 13) divide os intangíveis em três grupos: (i) Capital humano definido como conhecimento, habilidades, e *know-how* que os empregados “levam consigo quando vão para casa à noite”; (ii) Capital relacional que diz respeito aos recursos decorrentes do relacionamento externo da empresa com clientes, fornecedores e parceiros de P&D; e (iii) Capital estrutural que se refere ao conhecimento que fica na firma “depois que os

²³ LÖBACH (2001).

empregados vão embora de noite” (rotinas organizacionais, procedimentos, sistemas e bases de dados).

Haskel & Westlake (2017, p. 43-5) também fornecem a sua categorização de intangíveis, seguindo Corrado, Hulten e Sichel (2005, 2009) e Corrado et al. (2013). Os autores dividem os ativos intangíveis em três categorias: (i) *Computerized information*: que envolve o investimento em desenvolvimento de *softwares* e bases de dados. Esse tipo de ativo intangível pode ser protegido por patentes, *copyrights* e *trademarks* e são tratados como investimento nas contas nacionais desde o início dos anos 2000; (ii) *Innovative property*: que envolve o investimento em P&D, criação de entretenimento e originais artísticos e o design de produtos. Esse tipo de ativo intangível pode ser protegido por patentes, *copyrights* e *trademarks* e são parcialmente tratados como investimento nas contas nacionais (P&D passou a ser mais seriamente contabilizado a partir de 2008, a criação de entretenimento na União Europeia e nos EUA desde 2013 e o design de produtos ainda não é devidamente contabilizado como investimento); e (iii) *Economic Competencies*: que envolvem o treinamento de funcionários, a pesquisa de mercado, a reputação e o valor de uma marca e a estrutura organizacional da firma. Esse tipo de ativo intangível pode ser protegido por patentes, *copyrights* e *trademarks*, mas, até os dias atuais, não é tratado como investimento nas contas nacionais.

Essa terceira categoria pode ainda ser dividida em três tipos distintos, conforme apontam Haskel & Westlake (2017, p. 45): “*marketing and branding (investment in understanding customer needs and creating brands that appeal to them); organizational capital, such as creating distinctive business models or corporate cultures; and training that is specific to the company*”. Ou seja, o marketing, o capital organizacional e o treinamento são vistos pelos autores como parte das competências econômicas de uma firma.

Além de definir e categorizar, a literatura também busca caracterizar os ativos intangíveis, procurando explicar as suas características definidoras, que os tornam diferentes dos ativos tangíveis, para além do fato de serem imateriais. Haskel & Westlake (2017, cap.4) resumem em quatro S’s as características desse tipo de ativo: *scalability* (um conceito amplo, mas que envolve a não-rivalidade citada na definição de intangíveis de Durand & Milberg, 2019), *sunkness*, *spillovers* (o que reflete o “parcialmente apropriável” também apontado por Durand & Milberg, 2019) e *synergies*.

Scalability é a propriedade desses ativos que os torna capazes de gerar gigantescas escalas para as empresas que os utilizam. Isso porque os ativos intangíveis são não-rivais – ou seja, podem ser utilizados de forma simultânea em diversos locais, já que a utilização por um agente não impede que outro o utilize. Enquanto os ativos intangíveis podem ser usados repetidamente em diversos lugares ao mesmo tempo, os ativos tangíveis podem apenas estar em um lugar por vez e o uso por um agente costuma limitar o uso de outro agente. Ou seja, os ativos intangíveis permitem o uso em grande escala pelas empresas com custos muito baixos, o que não ocorre com ativos tangíveis.

A não-rivalidade se torna uma característica mais poderosa quando unida aos efeitos de rede e é uma característica cada vez mais importante em um mundo globalizado, em que a produção ocorre em escalas gigantescas, para suprir um mercado global, ao mesmo tempo que se dá de forma fragmentada ao longo de cadeias globais de valor. É principalmente esta característica dos ativos intangíveis que potencializa a possibilidade de atingir grandes escalas e de fragmentar a produção.

O que é denominado *sunkness* por Haskel & Westlake (2017) retoma a ideia de custo irrecuperável. Firms que fazem grandes investimentos em ativos intangíveis e depois decidem mudar de área, ou tentar outra estratégia, tendem a perder quase a totalidade do que foi gasto nesse investimento. Isso porque vender um ativo intangível é mais difícil do que vender um ativo tangível – ativos intangíveis tendem a ser bastante específicos para o contexto para o qual foram desenvolvidos. Temos como reflexo desta característica a incerteza relativamente maior que permeia os investimentos em intangíveis.

O terceiro S apontado por Haskel & Westlake (2017) são os *spillovers*. Em outras palavras, é relativamente mais fácil para firmas tirarem vantagens de ativos intangíveis que não foram desenvolvidos por elas mesmas, já que estes são não-rivais. Além disso, ideias são não-excludentes, ou seja, é relativamente difícil evitar que outros usem ideias não desenvolvidas por eles, a não ser que se mantenha o segredo, ou se use patentes. E mesmo patentes nesse campo são fáceis de serem contornadas, em muitos casos basta fazer implementos laterais.

O último S apontado pelos autores é *synergies*, ou seja, sinergias – a somatória de ideias pode ser muito lucrativa, principalmente no campo da tecnologia. Em outras palavras, quando se trata de ativos intangíveis é especialmente proveitoso o trabalho com colaboradores, seja entre firmas ou entre firmas e centros de pesquisa. Isso se dá principalmente porque o

desenvolvimento de um ativo intangível é um processo cumulativo, resultado do trabalho de diversos pesquisadores e de anos de pesquisa.

Dessa forma, a criação de um ativo intangível tem elevado custo (de capital e humano) e alto risco (processo longo e altamente incerto), ao mesmo tempo que possui um custo de uso reduzido (conforme destacado pela característica intitulada *scalability* por Haskel & Westlake, 2017). Esse é o motivo pelo qual esses ativos têm sido tão buscados nos últimos anos. Apesar de o seu desenvolvimento ser um investimento de alto risco, é esperado que o risco incorrido seja recompensado com grandes retornos.

Teece (2016, p. 8) compara em um quadro, reproduzido abaixo com algumas modificações (Quadro 2), as características distintivas entre os ativos intangíveis e os tangíveis.

Quadro 2 – Ativos intangíveis em comparação com os ativos tangíveis

	Ativos intangíveis	Ativos tangíveis
Rival no uso?	Não	Sim
Direitos de propriedade	Não abrangentes e imprecisos	Abrangentes e relativamente precisos
Negociabilidade	Baixa	Alta
Mensuração e valoração	Relativamente difícil	Relativamente direta
Reconhecimento nos balanços das empresas	Apenas de forma limitada	Sim, pelo valor contábil

Modificado a partir de Teece (2016).

A primeira linha do Quadro 2 retoma o que foi destacado por Haskel & Westlake (2017) e Durand & Milberg (2019), os ativos intangíveis são não-rivais, ou seja, o consumo por um agente não impede que outro agente os use. Essa é uma grande diferença entre os ativos tangíveis e intangíveis, porque é exatamente essa característica que permite que as firmas em posse dos intangíveis obtenham grandes vantagens em forma de escalas e, conseqüentemente, lucros muito elevados a partir do uso destes, com custos muito baixos.

A segunda linha diz respeito a outra importante diferença entre esses dois tipos de ativos: a disponibilidade e o poder dos direitos de propriedade. Ativos físicos, como máquinas, terras e prédios são fortemente garantidos por direitos de propriedade, enquanto os ativos intangíveis são relativamente pouco protegidos, estando sujeitos a apropriação por parte de outras empresas – o que retoma o que Haskel & Westlake (2017) chamam de *spillovers*. Isso

torna o investimento em intangíveis mais arriscado, uma vez que é difícil impedir que outras firmas se beneficiem de investimentos que não foram realizados por elas.

A terceira linha do Quadro 2 dialoga diretamente com o que Haskel & Westlake (2017) chamam de *sunkness*. Enquanto ativos tangíveis podem ser comprados e vendidos com relativa facilidade (Teece, 2016, usa o termo “*thick markets*”), com exceções apenas para equipamentos que foram altamente customizados, o mercado para ativos intangíveis é praticamente inexistente. Isso ocorre porque os ativos intangíveis são fortemente específicos para a empresa e para o mercado para o qual foram criados. Essa é, por um lado, uma das características que torna os ativos intangíveis tão centrais para as vantagens competitivas das firmas – eles não podem ser facilmente comprados, precisam ser gerados internamente, como fruto do conhecimento das relações internas e externas da firma. Por outro lado, essa característica acentua o risco do investimento em intangíveis, devido à dificuldade de recuperação do valor investido.

A quarta e quinta linha estão relacionadas. Enquanto os ativos tangíveis são comumente contabilizados nos balanços das empresas, os ativos intangíveis, que são mais dificilmente mensurados, entram nos balanços apenas de forma limitada, conforme Haskel & Westlake (2017) também apontaram. Segundo Teece (2016, p. 10):

intangible assets are less readily measured, and their valuation remains too controversial for financial accounting standards boards to agree upon a methodology. As a result, intangibles are mostly absent from a firm's financial statements. Under international accounting standards (IFRS, 2012), only non-physical, non-financial assets that are technically separable from the physical and human resources of the firm can be reported as assets. Examples include patents, copyrights, trademarks, customer lists, franchises, marketing rights, software and digital content.

Isso faz com que os ativos intangíveis de uso interno da firma, como rotinas organizacionais e treinamento de funcionários, o que Haskel & Westlake (2017) chamam de *Economic Competencies*, sejam excluídos das demonstrações financeiras. Teece (2016) aponta ainda que investimentos na criação de novos ativos intangíveis, como gastos em marketing e P&D continuam sendo contabilizados, principalmente, como despesas, ao invés de serem capitalizados. “A grande exceção”, conforme aponta Teece (2016, p. 10), “vem das fusões e aquisições, onde as regras contábeis tratam qualquer prêmio de compra sobre o valor contábil

como *goodwill*, um ativo intangível não separável reconhecido pelos contadores”.²⁴ É interessante notar que baixa negociabilidade dos ativos intangíveis é um estímulo às fusões e aquisições, porque essa é uma forma mais rápida e fácil de adquirir esse tipo de ativo. Por sua vez, são os processos de F&A que revelam o valor dos ativos intangíveis, que aparecem na forma da *goodwill*.

Portanto, o balanço das empresas ainda não é capaz de apresentar o valor total dos ativos intangíveis em posse dessas firmas. É pelo mesmo motivo que estudos empíricos sobre ativos intangíveis acabam se concentrando nos intangíveis que conseguem ser contabilizados, tais como gastos em P&D, patentes e *trademarks* registrados, como é o caso do presente trabalho.

2.3 O Papel dos Ativos Intangíveis no Setor Farmacêutico

Embora o setor farmacêutico sempre tenha sido bastante intensivo em intangíveis, fazendo grande uso do investimento em P&D e do registro de patentes e *trademarks*, nos últimos anos a importância dos intangíveis para o processo de acumulação do setor se acentuou. Por um lado, a crescente importância dos ativos intangíveis no setor farmacêutico faz parte de um processo econômico mais amplo, com a principal fonte de valor deixando de ser apenas a produção de bens materiais e passando a depender cada vez mais da criação, aquisição e exploração dos intangíveis, conforme foi discutido no início do capítulo. Por outro lado, devido às próprias características do setor farmacêutico, o aumento da importância dos ativos intangíveis no setor acabou se apresentando de forma mais acentuada. Essa mudança ocorrida pode ser percebida pelos dados fornecidos por Fernandez & Klinge (2020). Os autores apontam que a soma do valor de todos os ativos intangíveis do balanço patrimonial²⁵ das dez maiores companhias farmacêuticas passou de 13% do total dos ativos em 2000, para 49% em 2018, o equivalente a mais de US\$ 520 bilhões. A partir da posse desses intangíveis, as dez maiores

²⁴ “The chief exception arises from mergers and acquisitions, where accounting rules treat any purchase premium over book value as ‘goodwill’, a non-separable intangible asset recognized by accountants” (TEECE, 2016, p. 10).

²⁵ Cabe ressaltar, conforme discutido anteriormente, que os intangíveis ainda são fracamente representados nos balanços patrimoniais das empresas. Então, pode-se supor que os valores apresentados por Fernandez & Klinge (2020) são ainda mais expressivos na realidade.

companhias farmacêuticas elevaram o valor de sua *goodwill*²⁶ em quase US\$ 270 bilhões, nos últimos 16 anos.

As firmas líderes da indústria farmacêutica têm sido particularmente ativas em registrar patentes em processos e produtos para proteger os frutos de seus investimentos em P&D e em registrar *trademarks* para diferenciar seus produtos dos de suas concorrentes e fortalecer a sua competição em produto (CHUDNOVSKY, 1983). Entretanto, não é apenas por esses motivos que as firmas farmacêuticas têm registrado patentes e *trademarks*. Conforme será discutido na presente seção, a busca por esses ativos tem relação direta com as estratégias de crescimento e acumulação destas empresas. Assim, a importância do gasto em P&D, da política de patentes e de *trademarks* por parte da indústria farmacêutica tem recebido especial atenção pelos estudiosos do tema e é tema da presente seção.

2.3.1 O investimento em P&D

Em 2019, a indústria farmacêutica investiu US\$ 83 bilhões em P&D. Ajustando à inflação, esse valor é dez vezes maior do que o que foi gasto pela indústria farmacêutica por ano na década de 1980. Esses gastos cobrem uma variedade de atividades, incluindo o descobrimento e o teste de novos medicamentos, o desenvolvimento de inovações incrementais e os testes clínicos para monitoramento de segurança. Sendo um dos setores mais intensivos em P&D²⁷, na média, as companhias farmacêuticas gastaram, em 2019, por volta de um quarto de suas receitas em pesquisa e desenvolvimento, quase o dobro do percentual das receitas destinado ao P&D nos anos 2000 (*Congressional Budget Office Report*, 2021).

Mas não só o gasto em P&D total e relativo à receita de vendas que vem crescendo no setor farmacêutico, observa-se também uma elevação no custo de P&D por novo medicamento produzido. Segundo o *Congressional Budget Office Report*, atualmente, para o desenvolvimento de um medicamento que ultrapasse todas as fases de teste e chegue ao mercado, o gasto médio em P&D varia entre 1 e 2 bilhões de dólares. O relatório aponta que

²⁶ Para a definição de *goodwill*, ver nota 2.

²⁷ Segundo os dados do *2019 EU Industrial R&D Investment Scoreboard*, que apresenta informações sobre as 2.500 empresas que mais investiram em P&D no mundo, o setor farmacêutico e de biotecnologia foi o que apresentou a maior intensidade de P&D (P&D/ receita líquida de vendas). Neste setor, os gastos em P&D são proporcionais a 15,4% da receita líquida obtida. O segundo setor com a maior intensidade de P&D foi o de Serviços de Software e computação (10,8%), seguido pelo de tecnologia de equipamentos e hardwares (8,4%) e pelo de bens de consumo (5,8%).

esse custo vem crescendo desde a década de 1970, dobrando mais ou menos a cada 10 anos (*Congressional Budget Office Report*, 2021).

O estudo realizado por DiMasi et al. (2016) analisa o custo do P&D por medicamento aprovado,²⁸ incluindo na análise o custo dos produtos que não conseguiram ultrapassar a fase de teste. Levando em consideração os custos de P&D de todo o ciclo de vida do medicamento (ou seja, incluindo os custos de P&D incorridos após a aprovação inicial do medicamento), os autores chegaram aos valores de US\$ 1.861 milhões de custo direto de P&D por medicamento e US\$ 2.870 milhões de custo capitalizado de P&D por medicamento, valores um pouco mais elevados que os apresentados pelo *Congressional Budget Office Report* (2021). DiMasi et al. (2016) apontam ainda que houve um aumento anual, acima da inflação, de 8,5% nos gastos em P&D por medicamento aprovado.

Entretanto, DiMasi et al. (2016) destacam que o custo social total de descobrir e desenvolver um novo medicamento deve incluir não apenas os gastos do setor privado, mas também os gastos públicos em pesquisa básica²⁹ e clínica que podem resultar em sinalizações ou em alvos que os desenvolvedores privados de medicamentos podem explorar. Esses gastos públicos são, na verdade, bastante expressivos. Por exemplo, para o ano fiscal de 2013, o NIH (*National Institutes of Health*) gastou por volta de US\$ 30 bilhões em pesquisa e desenvolvimento ligadas ao setor farmacêutico. Entretanto, é muito difícil contabilizar o valor das pesquisas de base feitas por órgãos públicos que foram de utilidade para cada medicamento aprovado desenvolvido por empresas privadas.

Mazzucato (2018, p. 182), chamando a atenção para o fato da inovação ser um processo cumulativo e coletivo, utiliza o exemplo do setor farmacêutico para ilustrar esses aspectos da inovação. Segundo a autora, “no setor farmacêutico, estudos demonstram que dois terços das pesquisas relacionadas às drogas mais inovadoras (novas entidades moleculares com

²⁸ Outros estudos que discutem o custo do P&D por medicamento aprovado para o setor farmacêutico são: DiMasi et al. (2003), Gilbert et al. (2003), Adams & Brantner (2006, 2010), DiMasi & Grabowski (2007), Paul et al. (2010) e Mestre-Ferrandiz et al. (2012).

²⁹ Em relação às diferenças entre pesquisas de base e P&D, Khazabi & Quyen (2017, p. 690) escrevem que “*In the economics of science and technology, economists distinguish between basic research and applied research. The objective of basic research is to increase our knowledge about natural phenomena, not to develop specific applications of this stock of knowledge for pecuniary gains. However, applied research – often called R&D or innovation in the economic literature – is driven by profits, and a firm carries out applied research in order to develop a new product or to find a more efficient production process. Another difference between basic research and applied research is that the discoveries of basic research are widely published and freely available to all researchers, while the results of R&D activities are jealously guarded secrets of the organizations that discover them in their efforts to appropriate all the benefits from these discoveries*”.

classificação de prioridade) remontam a financiamentos concedidos pelo Instituto Nacional de Saúde dos Estados Unidos”.³⁰ Para Mazzucato (2018), o papel do setor público no desenvolvimento de novos medicamentos não se limita apenas à contribuição no P&D. A autora destaca que, na verdade, o setor público é um pilar fundamental da indústria farmacêutica, uma vez que é ele quem incorre em maiores riscos, dado que encabeça os estágios iniciais da inovação, com a pesquisa básica. No entanto, os ganhos acabam ficando quase que em sua totalidade com as empresas privadas que entram no processo de desenvolvimento dos medicamentos em etapas mais seguras e menos incertas. Dessa forma, faz parte da estratégia das empresas farmacêuticas de diminuir o risco de seus investimentos e elevar a sua lucratividade, acertar o *timing* de entrada no processo de desenvolvimento de um produto, conforme aponta Mazzucato (2018), deixando os maiores riscos e os maiores custos para o setor público.

Ainda em relação aos gastos em P&D no setor farmacêutico, discute-se na literatura econômica o que leva as firmas farmacêuticas a realizar seus vultosos investimentos em P&D. Em um artigo muito referido na literatura, Scherer (2001) defende que o investimento em P&D realizado por essa indústria é mais bem descrito como um modelo virtuoso de *rent-seeking*, ou seja, quando as oportunidades de lucro se expandem, as firmas competem para explorá-las, aumentando seu investimento em P&D e, possivelmente também os seus gastos com marketing. Em outras palavras, existe um ciclo dentro desta indústria, em que as expectativas futuras sobre o lucro esperado incentivam os investimentos em P&D. Grabowski & Vernon (2001) estudam os determinantes do investimento em P&D por meio de um modelo estatístico. Os resultados apontam que há forte evidência de que tanto os retornos esperados, quanto o fluxo de capital atual da firma são determinantes importantes para o investimento em P&D na indústria farmacêutica.

2.3.2 O registro de patentes

Como discutido acima, o desenvolvimento de um novo medicamento exige grande investimento em P&D por parte das empresas e é um processo de longo prazo e alto risco, em que as taxas de insucesso são especialmente elevadas. Entretanto, a duplicação de um novo

³⁰ “*In the pharmaceutical sector, research has shown that two-thirds of the most innovative drugs (new molecular entities with priority rating) trace their research back to funding by the US National Institutes of Health*” (MAZZUCATO, 2018, p. 182).

composto químico ou biotecnológico inovador é um processo mais rápido e menos custoso de ser realizado por firmas concorrentes, principalmente por causa de uma das características dos ativos intangíveis discutidas anteriormente: os *spillovers* (HASKEL & WESTLAKE, 2017). No caso da indústria farmacêutica, conforme apontam diversos autores,³¹ como existe um alto custo de desenvolvimento combinado a um baixo custo de imitação, o sistema de patentes é mais importante nesse setor do que em qualquer outro intensivo em P&D.

Embora os dados mostrem que o setor farmacêutico não é o que mais faz uso do registro de patentes, ele permanece entre os principais setores que patenteiam. A importância do uso das patentes na indústria farmacêutica fica evidente quando é comparado o número de patentes registradas pelas empresas do setor presentes na base de dados da OECD, COR&DIP©v.3 (2021). Embora esta base apresente informações apenas para as 2000 empresas que mais investiram em P&D entre 2015-2018, tem-se que, mesmo dentro desse recorte, o setor farmacêutico se destaca, ficando em terceiro lugar entre os setores que mais registraram patentes entre 2016 e 2018 – foram 48.732 patentes registradas pelas empresas farmacêuticas presentes na base. Dentro desta amostra, o setor que apresentou o maior número de patentes registradas no período foi o de fabricação de componentes eletrônicos (206.996 patentes), sendo seguido pelo setor de fabricação de veículos motorizados (109.048 patentes).³²

As patentes são definidas como o direito garantido pelo governo ao inovador para a produção e o marketing exclusivos de uma inovação por um determinado período de tempo. Em outras palavras, o dono de uma patente possui um monopólio legal. Segundo Mazzucato (cap.7, 2018), com o sistema de patentes, busca-se um equilíbrio entre recompensar e incentivar os inventores a desenvolver novas ideias concedendo-lhes um monopólio temporário e a difusão desse conhecimento após o tempo de vigência da patente, de forma a beneficiar a sociedade com a divulgação desse conhecimento. Entretanto, para a autora, em alguns setores, incluindo o farmacêutico, essa relação se encontra desequilibrada, de tal forma que as patentes têm se tornado sinônimo de extração de valor. As empresas buscam cada vez mais patentes estratégicas, cercando certas áreas com o objetivo de bloquear concorrentes, muitas vezes não com o objetivo de desenvolver ou comercializar a ideia subjacente, mas sim coletar deliberadamente royalties

³¹ Morton & Kyle (2012), Lakdawalla (2018), Antoñanzas et al. (2011) e Nonaka (2018).

³² Cabe ressaltar que diferentes setores econômicos possuem diferentes propensões a patentear, devido, entre outros fatores, a características de seus produtos. Por exemplo, o setor de fabricação de veículos motorizados aparece como o segundo setor que mais registra patentes na amostra, mas por trás do desenvolvimento do produto final deste setor, está presente um grande número de patentes, relacionadas a cada componente que compõe o produto final. O que não é o caso do setor farmacêutico, em que, em geral, o produto final é composto por apenas um componente.

com ela. Segundo Mazzucato (2018, p. 193): “Em vez de criação de valor, a expansão das patentes estimulou o rentismo, a extração de valor, a destruição de valor, o jogo estratégico e a privatização dos resultados de pesquisas científicas financiadas pelo setor público”.³³

A autora ainda observa que, em nenhum outro setor, o moderno sistema de patentes é tão pernicioso quanto no farmacêutico, em que o número de patentes não leva ao aumento da inovação. Pelo contrário, a autora defende que a forma como as patentes têm sido utilizadas no setor farmacêutico tem bloqueado as possibilidades de inovação. Segundo Mazzucato (2018), isso tem ocorrido por quatro grandes mudanças que tomaram forma nos últimos anos: (i) se antes eram patenteados produtos finais, atualmente busca-se patentear diversas etapas do desenvolvimento desses produtos; (ii) a possibilidade (e relativa facilidade) de expansão da duração das patentes, devido às mudanças instauradas com o *Hatch-Waxman Act* de 1984; (iii) a maior facilidade em se obter uma patente devido a mudanças no FDA;³⁴ e (iv) a mudança nas principais razões pelas quais se busca registrar uma patente. Os itens (i) e (iv) merecem destaque.

Desde os anos 1980, o domínio da “patenteabilidade” vem se expandindo, conforme destaca Mazzucato (cap. 7, 2018). As patentes não estão mais restritas aos produtos finais, mas incluem agora também as descobertas e as ferramentas utilizadas no processo de desenvolvimento do produto, ou seja, patenteia-se também “o conhecimento por trás dos produtos”. Nas palavras da autora (MAZZUCATO, 2018, p. 191):

as patentes não estão mais confinadas a invenções com “utilidade prática ou comercial”, aplicando-se também a descobertas que ajudam na exploração de futuras possibilidades inovadoras, como procedimentos de diagnóstico, bancos de dados, métodos analíticos ou princípios científicos com alguma potencial aplicação prática. Patentes, em outras palavras, funcionam agora como guardiões impedindo o acesso à base de conhecimento.³⁵

³³ “Instead of the creation of value, the expansion of patents has fuelled rent-seeking, value extraction, value destruction, strategic gaming and the privatizing of the results of publicly funded scientific research” (MAZZUCATO, 2018, p. 193).

³⁴ Segundo Mazzucato (2018, p. 192): “O corte nos orçamentos dos tribunais e da FDA, que licencia medicamentos, reduziu o número de funcionários que verificam patentes, deixando-os geralmente mais inclinados a conceder do que a não conceder uma patente”.

³⁵ “Patents are no longer confined to inventions with ‘practical or commercial utility’. Now, they may also apply to discoveries that help in the exploration of future innovative possibilities, such as diagnostic procedures, databases, analytic methods, or scientific principles with some potential practical application. Patents, in other words, are now gatekeepers to the knowledge base” (MAZZUCATO, 2018, p. 191).

As razões para se registrar uma patente também se alteraram, segundo Mazzucato (2018). A busca por “patentes estratégicas” tem como objetivo “cercear determinadas áreas com o objetivo de bloquear concorrentes”. Nas palavras da autora (p. 192):

Tal patenteamento estratégico pode ser especialmente eficaz quando uma patente é obtida em um estágio inicial do desenvolvimento de uma tecnologia, antes que o padrão técnico seja determinado de forma adequada, ou em campos de ritmo acelerado, que se valem intensivamente de patentes, como tecnologias de informação e comunicação ou biotecnologia, onde as inovações são muito interdependentes ou complementares. Uma patente antecipada dá a seu proprietário a chance de estabelecer o padrão dominante e bloquear as melhorias que outros podem fazer.³⁶

Em outras palavras, Mazzucato está indicando que não existe obrigatoriamente uma relação entre número de patentes registradas e número de medicamentos inovadores criados. Na lógica das firmas farmacêuticas, patentes não têm mais relação direta com o processo inovativo, tendo se tornado ativos por si mesmas e passando a ter um papel contrário ao de estimular a inovação. Dessa forma, o uso das patentes não é mais limitado à sua capacidade de proteger inovações de produtos finais. Na verdade, o processo de patenteamento se transformou em mais uma fonte de extração de valor para as firmas farmacêuticas e em uma forma de proteção perniciosa, que, ao invés de estimular a inovação, como seria de se esperar, acaba dificultando o processo inovativo ao bloquear a possibilidade de avanço de empresas concorrentes. Este novo caráter do processo de patenteamento tem ocorrido em diversos setores, mas está especialmente presente no setor farmacêutico, conforme destaca Mazzucato (2018).

Isso pode ser exemplificado pelos dados apresentados pelo I-MAK (2018). Somente os 12 medicamentos mais vendidos em 2017 nos EUA tinham 848 patentes associadas a eles, o que equivale a 71 patentes em média por medicamento. Se forem consideradas as patentes solicitadas referentes a esses medicamentos, e não apenas as aceitas, a média passa a ser 125 por fármaco, o que resulta em um bloqueio potencial de competidores de, em média, 38 anos. Esse bloqueio de competidores acarreta um aumento do preço desses medicamentos, que pode ser notado no fato de que quatro dos 12 medicamentos mais vendidos nos EUA em 2017 tiveram um aumento em seus preços de mais de 100% desde 2012. I-MAK (p.5, 2018) resume a situação da seguinte forma:

³⁶ “Such strategic patenting can be especially effective when a patent is obtained at an early stage of the development of a technology, before the technical standard is properly determined, or in fast-paced and patent-intensive fields such as ICT or biotech, where innovations are highly interdependent or complementary. An early patent gives its owner the chance of setting the dominant standard and blocking improvements others might make” (MAZZUCATO, 2018, p. 192).

As patentes devem proteger as invenções por 20 anos, a partir do momento em que a patente foi depositada pela primeira vez. Hoje, os fabricantes de medicamentos estão entrando com dezenas ou mesmo centenas de patentes, resultando em quase o dobro do tempo de proteção, bloqueando a concorrência e mantendo versões mais baratas dos medicamentos fora do mercado.

Ainda sobre a política de patenteamento do setor farmacêutico, Busfield (2003) aponta que as companhias farmacêuticas têm se dedicado cada vez mais ao desenvolvimento de “*me-too products*”, também conhecidos como “*me-too drugs*”, ou seja, “produtos que são similares a outros que já estão no mercado, embora sejam suficientemente diferentes na formulação química para que possam ter sua própria patente” (p.590). Isso é possível porque, em alguns países, modificações na fórmula dos medicamentos podem se candidatar ao processo de extensão das patentes, garantindo ao produtor alguns anos a mais de proteção. Nos EUA, por exemplo, o *Hatch-Waxman Act* garante a expansão de uma patente por três anos para medicamentos modificados incrementalmente e cinco anos para novas entidades moleculares (GANUZA et al., 2009). Consequentemente, muito do investimento em P&D (65%, segundo Busfield (2003)) é direcionado a produtos similares aos que já estão no mercado, ao invés de ser dedicado ao desenvolvimento de produtos totalmente novos.

Esse grande número de patentes de “*me-too drugs*” ocorre porque, além de serem um investimento mais seguro e lucrativo, para realizar uma patente, a firma precisa apenas provar que o “novo” medicamento é efetivo, e não que é mais efetivo do que os medicamentos que já estão no mercado e são usados para os mesmos objetivos (ANGELL, cap. 5, 2004). Além disso, Ganuza et al. (2009) destacam que a busca por *me-too drugs* é especialmente expressiva em dois momentos. O primeiro é quando a firma possui uma patente prestes a expirar, nesses casos, é comum que ela faça pequenas modificações em seu medicamento para afastar a entrada de produtores genéricos. O segundo é quando a firma busca modificar a fórmula de um medicamento de sucesso desenvolvido por alguma firma concorrente.³⁷ Essa é uma estratégia de baixo risco, ou seja, um investimento em P&D relativamente mais seguro, que possibilita lucros mais garantidos para a firma.

Em ambos os casos, o que foi destacado por Mazzucato (2018) continua válido: um maior número de patentes sendo registradas não representa, necessariamente, um maior número de medicamentos inovativos desenvolvidos pelas empresas farmacêuticas. Na verdade, o

³⁷ Um exemplo dado por Ganuza et al. (2009) são os de medicamentos para tratamento de colesterol alto que surgiram nos anos 1990. Com o sucesso do Lovastatin, diversas outras firmas desenvolveram e introduziram no mercado variações da fórmula deste fármaco, tais como o simvastatin (Zocor), o atorvastatin (Lipitor), o pravastatin (Pravachol), fluvastatin (Lescol) e o rosuvastatin (Crestor).

registro de patentes faz parte da estratégia de acumulação das empresas farmacêuticas, que, buscando estender seu monopólio legal sobre alguns produtos e bloquear concorrentes, garante maiores rendas provenientes de seus produtos e ativos.

2.3.3 O registro de *trademarks*

A indústria farmacêutica não é apenas caracterizada pelos seus grandes gastos em P&D, mas também é uma das indústrias com a mais alta taxa de gastos em propaganda por unidade de venda. As atividades promocionais realizadas nesse setor buscam diferenciar os produtos de uma empresa farmacêutica dos que são fornecidos pelas suas concorrentes. Assim, o esforço publicitário é, principalmente, concentrado na promoção de um tipo de *trademark* em particular: as marcas (CHUDNOVSKY, 1983).

Por isso, outro ativo intangível que vem recebendo cada vez mais atenção na literatura econômica sobre o setor farmacêutico são os *trademarks*, ou marcas registradas. Os *trademarks* passaram a ter uma maior importância nesse setor depois do relaxamento na regulação da propaganda direta ao consumidor nos EUA, que possibilitou uma maior liberdade para as firmas divulgarem seus produtos e, conseqüentemente, consolidarem as suas marcas. A importância da competição de marcas na indústria farmacêutica é indicada pelo grande número de *trademarks* registrados pelo setor. Fidelino (2008) destaca que todo mês, apenas no USPTO (*United States Patent and Trademark Office*), por volta de mil *trademarks* são registrados na Classe 5 – a classificação internacional de *trademarks* para farmacêuticos. Indo além, o *World Corporate Top R&D Investors* (2021) aponta que o setor farmacêutico é um dos poucos setores, junto ao de produtos alimentícios e de telecomunicações, que registram mais *trademarks* que patentes.

Cabe ressaltar que, para registrar um *trademark* relacionado a um produto farmacêutico, diversas regras adicionais devem ser seguidas. O nome comercial de um medicamento, por exemplo, não pode implicar eficácia, nem indicar diretamente para o que aquele medicamento é receitado e nem induzir ao autodiagnóstico. Além disso, há um cuidado especial no processo de avaliação de um pedido de registro de *trademark* no setor farmacêutico, pois busca-se evitar ao máximo o “risco de confusão” entre produtos por causa do perigo potencial em se confundir, pelo nome, dois medicamentos para fins distintos (HALASZ, 2012). Mesmo com todas essas regras adicionais para se registrar um *trademark* no setor farmacêutico, esse é um dos setores que mais o faz.

Conforme defendem Feldman & Lobo (2013), junto com o P&D, as patentes e o gasto em marketing, os *trademarks* contribuem para elevar o lucro das empresas farmacêuticas ao fortalecer seu poder oligopolístico. Schmalensee (1978) acrescenta que os *trademarks* contribuem para a diferenciação de produtos e para a possibilidade de cobrar maiores preços. Barth et al. (1998) apontam que possuir uma marca forte contribui para o processo de acumulação de uma empresa, gerando lucros operacionais maiores e mais consistentes ao longo do tempo. Isso ocorre porque a posse de uma marca forte e reconhecida pelo público leva a uma maior lealdade do consumidor,³⁸ a uma menor vulnerabilidade às ações de marketing da concorrência, a maior facilidade de atravessar fronteiras de países e mercados, a maiores margens de lucro, a maior inelasticidade a aumentos de preço e uma maior elasticidade a reduções de preço (KELLER, 1998).

As firmas, em geral, registram *trademarks* por motivos (i) de proteção, usando-os pela sua função original, a de garantir direito de propriedade contra a imitação; (ii) comerciais, podendo comercializá-los ou usá-los para alavancar relações externas com fornecedores; e (iii) de marketing, garantindo a diferenciação do produto das firmas frente ao produto de suas concorrentes, o que tem permitido às firmas receber mais altos retornos, devido a possibilidade de cobrar preços mais elevados por produtos de marca. Em outras palavras, *trademarks* são a base legal para a criação de marcas e para a valorização dessas marcas (CASTALDI & DOSSO, 2018).

Legalmente, nos EUA, o *trademark* é definido no *Federal Trademark Act* de 1946 como: “qualquer palavra, nome, símbolo ou dispositivo [...] usado por uma pessoa [...] para identificar e distinguir seus bens [...] daqueles manufaturados ou vendidos por outros e para indicar a fonte dos bens”. Como aponta Halasz (2012), de um ponto de vista econômico, *trademarks* são símbolos que permitem aos consumidores identificar bens ou serviços que eles anteriormente acharam satisfatórios e rejeitar aqueles que não gostaram. Assim, pode-se indicar, conforme fizeram Ramello (2006), que os *trademarks* cumprem dois papéis complementares. O primeiro é o de identificação de um produto ou serviço e o segundo é o de diferenciação desse produto em relação aos seus concorrentes.

³⁸ Conforme destacado por Blackett & Harrison (2001, p. 40): “A powerful brand that attracts customer loyalty can provide one of the greatest sources of wealth for a business, by its ability to secure, through customer commitment, more predictable cash flows”.

Até 1989, os agentes que buscavam registrar uma nova patente nos EUA tinham como prioridade se dirigir ao PTO (*Patent and Trademark Office*) para fazê-lo antes de seus concorrentes. Já os agentes que buscavam registrar um novo *trademark* tinham como prioridade se dirigir ao mercado, porque a primeira entidade a usar uma marca no comércio é considerada a sua *senior owner*. Isso ocorre porque exigir o uso antes do registro é economicamente mais eficiente e garante que os registros realizados reflitam de forma mais acurada as marcas que efetivamente estejam sendo usadas no mercado. Entretanto, a partir de 1989, a aplicação de *trademarks* do tipo ITU (*intent-to-use*) foi introduzida nos EUA e, atualmente, é a forma mais popular de registro, principalmente no setor farmacêutico. No ITU, a aplicação para uma marca registrada pode ser feita antes que aquele produto tenha sido comercializado. No setor farmacêutico, devido ao já longo período de aprovação de uma patente, o ITU se popularizou como a melhor solução (HALASZ, 2012).

Diferentemente da patente, que fornece a exclusividade da fabricação e comercialização do produto por um período determinado (mesmo que pequenas extensões sejam possíveis e comumente buscadas), os *trademarks* fornecem uma proteção mais duradoura. Depois de emitido o registro do *trademark*, ele permanecerá válido por pelo menos dez anos. Após esse período, ele pode ser renovado para mais sucessivos períodos de dez anos mediante a apresentação de um pedido de renovação e o pagamento de todas as taxas. Para a renovação de um *trademark* ser aprovada, a marca registrada precisa continuar sendo distintiva e usada no comércio.³⁹ Dessa forma, os *trademarks* se mostram um valioso ativo para as empresas, pois são capazes de gerar rendas para seus proprietários por longos períodos, de tal forma que, uma marca bem construída se torna, em geral, mais rentável a longo prazo do que uma patente.

Cabe ressaltar que, conforme apontam Kayo et al. (2006), diferentes ativos intangíveis são responsáveis por etapas distintas do ciclo de vida dos produtos. Na indústria farmacêutica, as atividades de P&D dão início ao ciclo de vida dos medicamentos, com o desenvolvimento da ideia inicial para a comercialização. Em seguida, com o término do desenvolvimento, as patentes ganham relevância e contribuem para a sua proteção. Por fim, com a comercialização do medicamento, a importância relativa dos *trademarks* se eleva conforme o produto passa a ser conhecido e reconhecido no mercado. Kayo et al. (2006, p. 86) destacam:

³⁹ Pode-se decidir pelo cancelamento de uma renovação do *trademark* caso a marca tenha se convertido em um termo genérico de uso, como foi o caso do Cellophane: "the CELLOPHANE mark lost source significance when a court concluded the mark had primarily become a generic designation for a transparent sheet of semi-viscous paper ideal for preserving food" (LINFORD, 2015, p. 144).

Tome-se como exemplo, novamente, a indústria farmacêutica. O desenvolvimento de um medicamento pode envolver um montante bastante significativo de recursos financeiros. Isso pode, ou não, levar à descoberta de algum medicamento que, invariavelmente, deve ser patenteado. Durante a fase em que a empresa detém a exclusividade na fabricação do referido medicamento, o valor econômico está atrelado à patente. Na medida em que a patente expira e outras empresas possam iniciar a fabricação de medicamento similar, o valor econômico da patente pode reduzir-se drasticamente. A partir de então, a empresa deve tentar manter seu valor econômico com a utilização de outro tipo de ativo intangível. Uma boa estratégia de fixação da marca do medicamento em tela pode desenvolver a fidelidade do cliente. Dessa forma, o valor da marca poderia passar a ser mais relevante que os outros tipos de intangível.

Assim, *trademarks* conseguem capturar valor em estágios posteriores ao processo de inovação, principalmente na etapa de comercialização do produto. Conforme destaca Reitzig (2004), uma estratégia comum na indústria farmacêutica é uma firma proteger novos compostos com patentes e depois construir fortes marcas para os novos medicamentos com *trademarks* e gastos relacionados em marketing, de tal forma que os *trademarks* passam a ter papel complementar aos gastos em P&D e às patentes.⁴⁰ Com o fim do período de vigência da patente, os *trademarks* se tornam ainda mais relevantes para as empresas farmacêuticas (BLACKETT & HARRISON, 2001). Se uma marca forte, reconhecida pelos consumidores e com alto grau de fidelidade por parte destes, foi construída durante a vigência da patente, quando a concorrência com os genéricos se iniciar, as perdas para a firma podem ser relativamente menores. Conforme apontam Blackett & Harrison (2001, p. 39), uma marca forte fideliza os consumidores mesmo quando existem opções mais em conta no mercado, como os genéricos, garantindo uma sobrevida para aquele produto, de forma que *“for a major brand with sales of US\$ 1 bn a year, the extension of its primacy by only 100 days would be sufficient to recover the total cost of its R&D”*.

Por fim, resta discutir como os *trademarks* são obtidos pelas empresas farmacêuticas. Embora alguns processos de fusão e aquisição dentro da indústria farmacêutica tenham sido realizados com o objetivo de adquirir e explorar os *trademarks* de outras firmas, principalmente depois do relaxamento da regulação da propaganda direta ao consumidor, o principal objetivo com as fusões e aquisições tem sido a obtenção de outros ativos intangíveis, como processos de pesquisa e desenvolvimento, patentes, rotinas organizacionais e acessos a diferentes mercados. Os *trademarks* do setor farmacêutico são obtidos, principalmente, pelo

⁴⁰ Outra função dos *trademarks*, apontada por Castaldi & Dosso (2018), é ajudar a identificar inovações que não são patenteáveis, como inovações não-tecnológicas ou inovações em serviços. Nesse caso, menos comum no setor farmacêutico, os *trademarks* acabam sendo usados como substitutos das patentes.

investimento das próprias firmas em marketing e propaganda de seus produtos. Como foi visto, a soma despendida por essas empresas em divulgação não é baixa, sendo muitas vezes comparada ao seu investimento em P&D. Por esse tipo de gasto que os *trademarks* farmacêuticos são criados, divulgados e valorizados.

Portanto, assim como as patentes, os *trademarks* têm se mostrado peças fundamentais para a estratégia de acumulação das empresas farmacêuticas. Mais do que uma forma de proteção legal de uma marca ou um nome comercial de um produto farmacêutico, os *trademarks* se tornaram ativos valiosíssimos para as empresas, pois possibilitam o reconhecimento do produto destas empresas pelo consumidor e a possibilidade de cobrar preços mais altos por produtos cuja marca esteja bem estabelecida e possua a fidelidade do consumidor. Além disso, a posse de marca comercial forte, assim como de patentes relevantes, leva à valorização da empresa no mercado.

Com o aumento da importância dos ativos intangíveis na economia mundial, maior destaque foi dado a esse tipo de ativo na literatura econômica, embora autores como Penrose, Caves e Porter já estivessem discutindo a sua importância para a estratégia das empresas há alguns anos. Não sendo fáceis de descrever e nem de contabilizar, os ativos intangíveis têm se mostrado cada vez mais relevantes para o sucesso das empresas, inclusive na indústria farmacêutica. Pela sua característica já intensiva em intangíveis, o setor farmacêutico tem recebido destaque nos estudos sobre o tema. Recorrendo a altos gastos em P&D e em marketing/propaganda, o setor farmacêutico também é reconhecido como grande dependente do registro de patentes e de *trademarks*. Como foi discutido, a lógica por trás do uso de patentes e *trademarks* no setor farmacêutico tem extrapolado o uso inicial: o de proteger a propriedade intelectual. Na verdade, a indústria farmacêutica tem usado o gasto em P&D, as patentes e os *trademarks* de forma estratégica, buscando investimentos mais lucrativos e seguros e buscando também bloquear o avanço de concorrentes e criar fidelidade do consumidor. Assim, o uso estratégico dos intangíveis pelo setor tem contribuído para o seu processo de acumulação, que é possibilitado pelas suas elevadas receitas de venda, advindas, principalmente, dos elevados preços cobrados pelos seus produtos. Dessa forma, no próximo capítulo se discute a metodologia escolhida, árvores de classificação, e se apresenta a análise descritiva dos dados, para que, no terceiro capítulo, possa-se verificar a importância relativa dos ativos intangíveis para o setor farmacêutico, bem como o papel desses ativos no processo de acumulação dessas empresas.

3. Metodologia e análise descritiva dos dados

3.1 Árvores de classificação

A técnica de segmentação ou de aproximação com o recurso de árvores foi motivada pela necessidade de lidar com problemas complexos, tendo início nas ciências sociais com o trabalho de Morgan e Sonquist (1963). Posteriormente, com o trabalho de Messenger & Mandell (1972), o método foi desenvolvido também para problemas de classificação. Entretanto, foi principalmente com o trabalho de Breiman et al. (1984) que se popularizou o uso de árvores binárias em problemas de classificação (ARGENTON, 2013).

Desde então, as árvores de decisão tornaram-se uma alternativa aos métodos de regressão clássicos devido a sua utilização e interpretação simples e seu forte poder descritivo, o qual permite compreender quais variáveis que originam o fenômeno de estudo e qual é a importância de cada variável para tal (ARGENTON, 2013). Além disso, a árvore ainda apresenta o modo como a interação das variáveis preditoras afeta a variável dependente, diferentemente do método PROBIT, por exemplo (EUSÉBIO, 2011). Ademais, modelos de árvore podem ser adaptados para responder a diversos tipos de questões de pesquisa, como as que envolvem (i) problemas de classificação (quando a variável dependente é categórica), (ii) problemas de regressão (quando a variável dependente é contínua) e (iii) problemas de caracterização, já que a árvore oferece uma especificação simples das condições que determinam quando um objeto está em uma classe e não na outra.

O diagrama de árvore é criado a partir de agrupamentos hierárquicos. Procedimentos de agrupamento hierárquico são uma combinação de um processo repetitivo para agregar, a partir de um algoritmo de agrupamento, tendo como objetivo definir a similaridade entre agregados com múltiplos membros. A árvore gerada desse processo representa as combinações/divisões de agrupamentos para formar o intervalo completo de soluções (HAIR, 2009). Na árvore de decisão, a amostra é dividida em dois ou mais conjuntos homogêneos com base nos divisores/diferenciadores mais significativos das variáveis preditivas.

Uma árvore de decisão possui um nó raiz (*root node*) que representa a totalidade da amostra e a variável dependente Y. A partir desse nó, a árvore irá crescer. O crescimento da árvore se dá pelo processo de divisão (*split*) dos nós, que origina sub-nós, ou nós filhos, ou seja,

os dados são ramificados em subconjuntos mutuamente exclusivos que formam os ramos da árvore. Além do nó raiz, a árvore é composta, portanto, por nós de decisão (*decision nodes*) e nós terminais ou folhas (*terminal nodes* ou *leaves*). Uma árvore de decisão pode ser medida por níveis de classificação, ou seja, a quantidade de nós (raiz, de decisão e terminais) que ela apresenta, como ilustrado na Figura 1 com algarismos romanos. A cada nível, a amostra é dividida segundo o melhor preditor de Y. Os nós filhos vão fornecer informações sobre as frequências da variável Y relacionadas a cada subgrupo de variáveis explicativas definido.

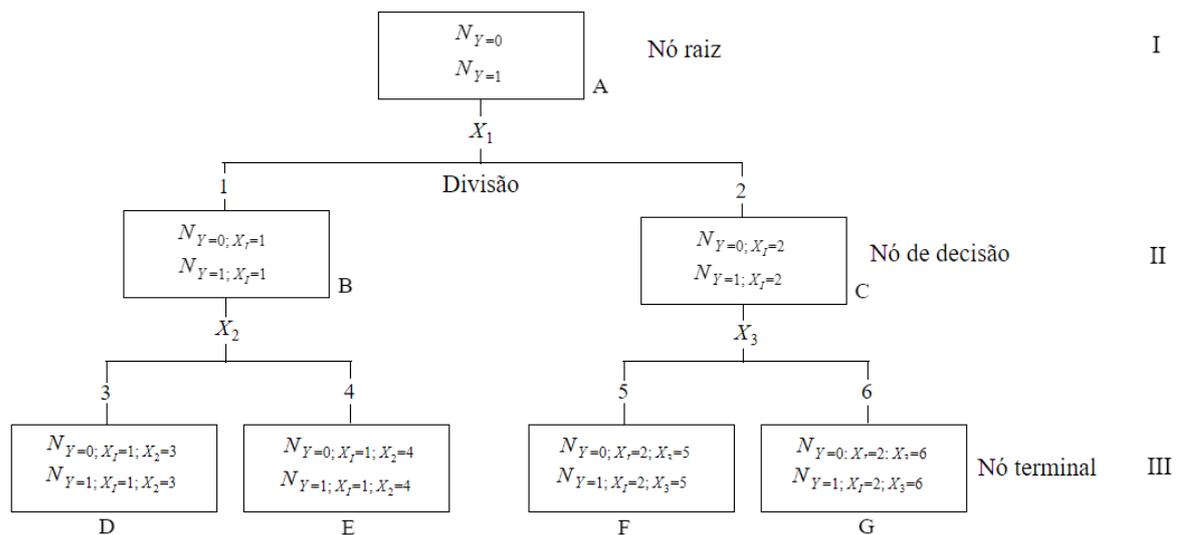


Figura 1 – Árvore de Decisão: estrutura e conceitos
Fonte: Elaboração própria.

Além disso, a árvore de decisão pode não apenas crescer, mas pode também ser podada. O processo de poda (*pruning process*) envolve remover sub-nós de um nó de decisão, e é especialmente desejado caso ocorra *overfitting* dos dados.⁴¹

A utilização de árvores em problemas de regressão e classificação pode ser dividida em quatro paradigmas, conforme aponta Loh (2014). O primeiro paradigma inicia-se com os trabalhos de Morgan e Sonquist (1963) que levaram ao desenvolvimento do primeiro algoritmo de árvore de regressão, o AID (*Automatic Interaction Detection*), seguido pelos trabalhos de Messenger e Mandell (1972) que desenvolveram o THAID (*THeta Automatic Interaction Detection*), o primeiro algoritmo de árvore de classificação, e o trabalho de Kass (1980)

⁴¹ *Overfitting*, ou sobreajuste, ocorre quando, nos dados de treino, o modelo tem um desempenho excelente, porém quando utilizado nos dados de teste, apresenta um desempenho ruim. É como se o modelo tivesse decorado os dados de treino e não necessariamente aprendido as suas relações, não possuindo poder de generalização.

responsável pelo CHAID (*CHi-square Automatic Interaction Detection*), algoritmo que pode ser usado tanto para questões de regressão, quanto para questões de classificação.

O segundo paradigma inicia-se com o trabalho de Breiman et al. (1984) que deu origem ao CART (*Classification and Regression Trees*), hoje implementado em diversos programas estatísticos, incluindo o *software* R. O CART estende as técnicas utilizadas pelo AID e pelo THAID ao incluir: (i) a opção de poda, ao invés de utilizar regras de parada; (ii) a seleção de árvores pela validação cruzada (*cross-validation*); (iii) os custos de má classificação; e (iv) o tratamento de valores faltantes por divisões substitutas. No segundo paradigma, está incluído também o trabalho de Loh & Vanichsetakul (1988) responsável pelo desenvolvimento do FACT (*Fast Algorithm for Classification Trees*).

O terceiro paradigma é marcado pelo trabalho de Loh e Shih (1997), que originou o QUEST (*Quick, Unbiased, Efficient, Statistical Tree*), o primeiro algoritmo que eliminou o viés de seleção. E, também, pelos trabalhos de Kim e Loh (2001, 2003) que deram origem ao CRUISE (*Classification Rule with Unbiased Interaction Selection and Estimation*).

O quarto paradigma é caracterizado pelos programas GUIDE (*Generalized, Unbiased, Interaction Detection and Estimation* - Loh, 2002), CTREE (*Conditional Inference Trees* - Hothorn et al., 2006) e pelo TARGET (*Tree Analysis with Randomly Generated and Evolved Trees* - Fan & Gray, 2005).

Conforme apontado por Loh e Shih (1997), duas abordagens de seleção foram propostas na literatura estatística sobre a metodologia de árvores. A mais popular examina todas as possíveis divisões binárias dos dados junto a cada variável preditora para selecionar a divisão que mais reduz alguma medida de impureza no nó (*exhaustive search*). Essa abordagem é usada, por exemplo, no CART (Breiman et al., 1984) e no THAID (Morgan e Sonquist, 1963). Segundo Loh e Shih (1997) existem dois problemas com a abordagem de busca exaustiva: ela exige grande capacidade computacional e gera viés na seleção da variável.

A segunda abordagem, utilizada no FACT (Loh & Vanichsetakul, 1988), emprega uma menor capacidade computacional. Ao invés de combinar o problema de seleção da variável (X) com o da seleção do ponto de divisão (c), o FACT lida com ambos de forma separada. Uma análise de variância (ANOVA) é feita em cada nó, calculando-se uma estatística F para cada variável ordinal. A variável com a maior estatística F é selecionada e uma análise de discriminante linear (LDA) é aplicada para encontrar o ponto de divisão c. Variáveis categóricas

são transformadas em variáveis ordinais. Assim, o FACT é livre do viés de seleção de variável apenas quando todos os preditores são variáveis ordinais. Caso existam variáveis categóricas no modelo, o FACT é viesado.⁴² Além disso, por usar uma regra direta de parada (*direct stopping rule*), é menos efetivo que um método que emprega a *bottom-up pruning* como o CART (LOH, SHIH, 1997).

Dentro dessa segunda abordagem, Loh e Shih (1997) propuseram o QUEST, que possui viés de seleção da variável negligenciável, mantém a simplicidade computacional do FACT já que também lida com a partição dos nós e a escolha das variáveis explicativas de forma separada, produz divisões binárias e inclui a poda como uma opção. Essa abordagem é a escolhida para este trabalho dado que o QUEST produz uma árvore não-viesada e permite a partição binária dos nós. Para a aplicação do QUEST, a variável dependente precisa ser categórica, o que se encaixa no propósito aqui apresentado. Embora o QUEST não esteja implementado no *software* R, o algoritmo está disponível para uso nos *softwares* IBM SPSS, TIBICO e XLSTAT. Para o uso sem fins lucrativos, os autores do algoritmo disponibilizam os binários compilados em seu site,⁴³ juntamente com um manual para uso. Dessa forma, as árvores de classificação utilizadas neste trabalho foram geradas utilizando os binários compilados acima citados.

Como o QUEST lida com a partição dos nós e a escolha das variáveis explicativas de forma separada, é necessário que o algoritmo de partição dependa do tipo da variável preditora, seja ela contínua ou categórica (nominal ou ordinal).⁴⁴ Assim, seja X uma variável contínua ou categórica ordinal selecionada para a divisão de um nó t e o número de classes $J > 2$. Por simplicidade, suponha apenas duas superclasses (ou categorias) A e B. Loh & Shih (1997) aplicam uma forma modificada da análise de discriminante quadrática para tratar variâncias desiguais das superclasses.

⁴² Segundo Loh & Shih (1997, p. 826): “When all the variables are ordered, the FACT procedure is unbiased in the sense that each variable has an equal chance of being selected if they are independent and have no relationship with the class variable. On the other hand, when there are categorical variables, the ANOVA F-statistics computed from the CRIMCOORD variables tend to be stochastically larger than those for the ordered variables. Thus, even when all the variables are independent of each other and the class variable, categorical variables are more likely to be chosen than ordered variables”.

⁴³ O acesso pode ser feito através do link:

https://discovery.ccu.edu.tw/Site/nu26786/Document/article_5YvQJM.html?group_login=-1

⁴⁴ Cabe ressaltar que, para a aplicação do QUEST, a variável dependente precisa ser categórica e as variáveis predictoras podem ser categóricas ou contínuas. Além disso, as variáveis categóricas podem ser de dois tipos: ordinais e nominais. As variáveis categóricas ordinais são aquelas que seguem algum tipo de ordenação, enquanto as variáveis categóricas nominais são aquelas determinadas de acordo com alguma qualificação da variável, não apresentando qualquer ordenação de valores.

As estimativas da análise discriminante quadrática consideram uma função densidade normal $\phi(x) = (2\pi)^{-1/2} \exp(-x^2/2)$ para as classes, em que as medias \bar{x}_j e variâncias σ_j^2 de cada superclasse $j = A, B$ são obtidas a partir da amostra. A análise discriminante quadrática particiona a variável X em três intervalos $(-\infty, d_A), (d_A, d_B)$ e $(d_B, +\infty)$, em que d_A e d_B são as raízes da equação:

$$P(A|t)s_A^{-1}\phi\{(x_A - \bar{x}_A)/s_A\} = P(B|t)s_B^{-1}\phi\{(x_B - \bar{x}_B)/s_B\} \quad (1)$$

em que $P(A|t) = P_A = \sum_{j \in A} P(j|t)$ e $P(B|t) = P_B = 1 - P_A$ são as probabilidades a priori associadas às superclasses A e B, respectivamente, e $P(j|t) = p(j, t) / \sum_i p(i, t)$ é a probabilidade a posteriori de que um evento pertença a classe j dado que ele está no nó t . As raízes d_A e d_B são determinadas a partir da equação quadrática:

$$ad^2 + bd + c = 0 \quad (2)$$

obtida a partir do logaritmo neperiano aplicado à Equação (1), em que:

$$a = s_A^2 - s_B^2$$

$$b = 2(\bar{x}_A s_A^2 - \bar{x}_B s_B^2)$$

$$c = (\bar{x}_B s_A)^2 - (\bar{x}_A s_B)^2 + 2s_A^2 s_B^2 \log \left[\frac{P(A|t)s_B}{P(B|t)s_A} \right]$$

Se as variâncias são iguais, isto é, $a = 0$, e as médias desiguais $\bar{x}_A \neq \bar{x}_B$, $d_A = d_B$, há apenas uma raiz dada por:

$$d = \frac{\bar{x}_A + \bar{x}_B}{2} - \frac{s_A^2}{(\bar{x}_A - \bar{x}_B)} \log \left[\frac{P(A|t)}{P(B|t)} \right] \quad (3)$$

Caso as médias sejam iguais, tem-se que $d = \bar{x}_A$, supondo que A é a superclasse que contém o maior número de ocorrências.

Se as variâncias entre as classes A e B são desiguais, $s_A^2 \neq s_B^2$, tem-se as possíveis raízes da Equação (2):

- i) Raízes complexas, ou seja, $\Delta = b^2 - 4ac < 0$. Nesse caso, a partição é dada pelo ponto médio $d = (\bar{x}_A + \bar{x}_B)/2$

- ii) Raízes reais e distintas, ou seja, $\Delta = b^2 - 4ac > 0$, a partição é $d = (b \pm \sqrt{\Delta})/2a$
- iii) Raízes reais e iguais, $\Delta = b^2 - 4ac = 0$, a partição é $d = (\bar{x}_A + \bar{x}_B)/2$

Para as variáveis categóricas nominais, segundo Loh & Shih (1997) é necessária a transformação destas em uma variável Z, baseada no mapeamento das variáveis categóricas em vetores de variáveis *dummies* (0-1). Esses vetores têm a sua dimensão reduzida para que seja feita a projeção desses vetores de variáveis *dummies* sobre sua maior coordenada discriminante, que representa a projeção que maximiza a razão entre a soma dos quadrados entre-classes e intra-classes. O objetivo é usar a informação discriminatória nas variáveis categóricas para definir o espaçamento e a ordenação dos valores de transformação.

A seleção das variáveis preditoras depende do tipo da variável, conforme apontam Loh & Shih (1997). Para variáveis categóricas nominais, são realizados testes Qui-quadrado para a hipótese nula de independência entre a variável categórica dependente e a variável de classe. Esses são testes relativamente simples de calcular e a sua significância estatística pode ser aproximada via distribuição qui-quadrada. Para as variáveis contínuas ou categóricas ordinais são utilizados os testes F de análise de variância, assim como no FACT. Dessa forma, o p-valor de cada variável (seja o calculado por qui-quadrado ou testes F) é obtido. Esse é o que os autores chamam de Estágio I. Se o menor dos p-valores é inferior que um limiar predefinido (determinado por meio do método de Bonferroni para múltiplas comparações), a variável correspondente é selecionada. Caso contrário, o teste F de Levene para variâncias desiguais é calculado para cada variável ordinal. Esse é o chamado Estágio II. Se o menor p-valor dos testes do Estágio II é inferior a outro limiar de Bonferroni, a variável correspondente é selecionada. Caso contrário, a variável com o menor p-valor do Estágio I é escolhida.

É preciso determinar também a extensão da árvore, ou seja, o número máximo de níveis de nós que se deseja para o tamanho da árvore e as frequências mínimas de casos, tanto nos nós pais, quanto nos nós filhos. Além disso, quando se está trabalhando com bases de dados desbalanceadas, isto é, bases em que as duas categorias da variável dependente possuem números muito díspares de representantes na amostra,⁴⁵ é preciso definir os custos de má classificação para as categorias da variável dependente. É a escolha dos custos de má

⁴⁵ Como é o caso da Árvore 1 calculada no presente trabalho, em que 226 são empresas farmacêuticas e 1774 são empresas de outros setores.

classificação que irá penalizar a classificação errônea da variável dependente, de forma a se buscar uma árvore com maior taxa de acerto na classificação.

Quando são inseridos custos de má classificação na construção da árvore, as probabilidades a priori, definidas como $P_A = \sum_{j \in A} P(j|t)$ e $P_B = 1 - P_A$, passam a ser definidas como:

$$P'_A = \frac{C(B|A)P_A}{C(B|A)P_A + C(A|B)P_B} \text{ e } P'_B = \frac{C(A|B)P_B}{C(B|A)P_A + C(A|B)P_B}$$

em que:

$P'_j, j = A, B$, é a probabilidade a priori ajustada.

$C(A|B)$ é o custo de classificar erroneamente como A, caso a variável X pertença a B.

$C(B|A)$ é o custo de classificar erroneamente como B, caso a variável X pertença a A.

Conforme aponta Eusébio (2011), é necessário realizar o ajustamento das probabilidades a priori do modelo ao se estabelecer custos de má classificação que não sejam simétricos. Dessa forma, as raízes da Equação (2) são dadas por:

$$d = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a},$$

Qualquer valor de $\left(\frac{P'_B s_A}{P'_A s_B}\right) \neq 1$ leva a modificação do valor de d . Por simplificação, suponha o caso em que as variâncias são iguais ($s_A^2 = s_B^2$) e as médias desiguais ($\bar{x}_A \neq \bar{x}_B$), obtendo-se, assim, uma única raiz:

$$d = \frac{\bar{x}_A + \bar{x}_B}{2} - \frac{s_A^2}{(\bar{x}_A - \bar{x}_B)} \log \frac{P'_A}{P'_B} \quad (4)$$

Nota-se de (3) que o deslocamento do ponto médio irá depender da diferença entre as médias ($\bar{x}_A - \bar{x}_B$) ser maior ou menor que zero, além do fato de $\log\left(\frac{P'_A}{P'_B}\right) > 0$ ou $\log\left(\frac{P'_A}{P'_B}\right) < 0$. Supondo que A representa as empresas não farmacêuticas da amostra e B as empresas farmacêuticas, sendo $P_A > P_B$ e supondo que $\bar{x}_A < \bar{x}_B$, com $\bar{x}_A, \bar{x}_B > 0$, a Equação (4) demonstra que, se os custos de má classificação forem simétricos, haverá uma tendência de deslocamento do ponto de partição em direção à classe menos numerosa (empresas do setor

farmacêutico), o que reduzirá a má classificação das empresas não farmacêuticas, mas elevará a má classificação das empresas farmacêuticas. Essa tendência pode ser revertida na medida que $C(A|B) > C(B|A)$, o que torna $\log\left(\frac{P'_{A'}}{P'_{B'}}\right) < 0$ (EUSÉBIO, 2011).

Dessa forma, é de grande importância o estabelecimento dos custos de má classificação de acordo com as características da amostra em estudo. Isso permite o ajuste das probabilidades a priori na determinação da classificação desempenhada pela árvore. Esse tipo de ajuste gera alterações tanto nos resultados da classificação, quanto na definição das variáveis preditivas selecionadas pelo algoritmo de partição. Além disso, o ajuste influencia diretamente na medida de precisão da árvore.

A medida de precisão de uma árvore de classificação é dada por $(1 - Risco)$, em que o *Risco* é calculado por:

$$Risco = \left(\frac{N_{AM} + N_{BM}}{N_A + N_B} \right) \times 100$$

o qual deriva da matriz de classificação dada por:

		Classe predita	
		Classe A	Classe B
Classe observada	Classe A	N_{AC}	N_{BM}
	Classe B	N_{AM}	N_{BC}

em que:

N_{AC} e N_{BC} são o número de observações que foram classificadas de forma correta, para a classe A e B, respectivamente.

N_{AM} e N_{BM} são o número de observações classificadas de forma incorreta, para a classe A e B, respectivamente.

$N_A = N_{AC} + N_{AM}$ e $N_B = N_{BC} + N_{BM}$ e, portanto $N_A + N_B$ é o número total de observações na amostra.

Com o objetivo de entender a importância dos ativos intangíveis para o processo de acumulação do setor farmacêutico, este trabalho propõe a utilização de duas árvores de decisão. A primeira, que apresenta como variável dependente uma binária que discrimina se a empresa pertence ($Y=1$) ou não ($Y=0$) ao setor farmacêutico, busca identificar as variáveis mais relevantes para caracterizar as empresas do setor farmacêutico frente a outros setores. Em outras palavras, busca-se identificar quais variáveis melhor descrevem as empresas farmacêuticas da amostra. Para isso, são utilizadas como variáveis explicativas os dados de 2016 do: (i) gasto das empresas em CAPEX (em euros); (ii) a receita líquida de vendas (em euros), (iii) o lucro operacional (em euros); (iv) o número de funcionários dividido em quatro categorias; (v) o gasto em P&D (em euros); (vi) uma binária que assume o valor 1 quando a relação gasto em P&D por gasto em CAPEX da empresa for maior que 1, e zero caso contrário; (vii) o custo do P&D, dado pela relação entre o gasto em P&D e o número de patentes registradas pela empresa; (viii) o número de patentes registradas entre 2014 e 2016; e (ix) o número de *trademarks* registrados entre 2014 e 2016. Seguindo o que foi apontado por Serfati (2008, p. 46), as variáveis gasto em P&D, número de patentes e número de *trademarks* registrados representam os ativos intangíveis das empresas. As variáveis discutidas acima estão esquematizadas no Quadro 3.

Quadro 3 – Variáveis utilizadas para caracterizar as empresas farmacêuticas

Variável	Variável Empírica	Tipo da Variável
Setor (dependente)	Empresas pertencentes ao setor farmacêutico ou não (DUMMY)	Catagórica 0 = Empresa não-farmacêutica 1 = Empresa farmacêutica (NACE.2: 21.10 e 21.20)
CAPEX	Gasto em CAPEX das empresas, em euros, no ano de 2016 (CAPEX)	Contínua
Lucro Operacional	Lucro Operacional auferido pelas empresas, em euros, no ano de 2016 (LUCRO_OP)	Contínua
Receita Líquida de Vendas	Receita Líquida de Vendas das empresas, em euros, no ano de 2016 (VENDAS)	Contínua
Tamanho da Firma	Número de Funcionários das empresas (CAT_EMP)	Catagórica MICRO = até 19 funcionários PEQ = entre 20 e 99 funcionários MED = entre 100 e 499 funcionários GRA = acima de 500 funcionários
Ativos Intangíveis	Gasto em P&D das empresas, em euros, no ano de 2016 (PD)	Contínua
	Número de Patentes registradas pelas empresas entre 2014-2016 (PAT_N)	Contínua
	Número de <i>Trademarks</i> registrados pelas empresas entre 2014-2016 (TRMK_N)	Contínua
P&D/CAPEX	Relação entre o gasto em P&D e em CAPEX das empresas no ano de 2016 (PD_CAPEX_DUMMY)	Catagórica 0 = Empresa gastou mais em CAPEX 1 = Empresa gastou mais em P&D
Custo do P&D	Relação entre o gasto em P&D e o número de patentes registradas pela empresa, no ano de 2016 (PD_PAT)	Contínua

Fonte: Elaboração própria.

A segunda árvore de decisão proposta por este trabalho visa analisar a importância dos ativos intangíveis para a lucratividade do setor farmacêutico. Tendo como variável dependente uma binária que discrimina se o lucro operacional da empresa farmacêutica é maior ($Y=1$) ou menor ($Y=0$) que a mediana do lucro do seu setor, busca-se hierarquizar as variáveis explicativas de modo a compreender a importância da posse dos ativos intangíveis para que o lucro operacional das empresas farmacêuticas esteja entre os maiores do seu próprio setor. Serão utilizadas como variáveis explicativas os valores de 2016 do: (i) gasto das empresas em CAPEX (em euros); (ii) o número de funcionários dividido em quatro categorias; (iii) a receita líquida de vendas (em euros); (iv) o gasto em P&D (em euros); (v) o número de patentes registradas entre 2014 e 2016; e (vi) *trademarks* registrados entre 2014 e 2016. Mais uma vez, segue-se o que foi apontado por Serfati (2008, p. 46), as variáveis gasto em P&D, número de patentes e número de *trademarks* registrados representam os ativos intangíveis das empresas. As variáveis discutidas acima estão esquematizadas no Quadro 4.

Quadro 4 – Variáveis utilizadas para caracterizar farmacêuticas com maiores lucros

Variável	Variável Empírica	Tipo da Variável
CAPEX	Gasto em CAPEX das empresas, em euros, no ano de 2016 (CAPEX)	Contínua
Receita Líquida de Vendas	Receita Líquida de Vendas das empresas, em euros, no ano de 2016 (VENDAS)	Contínua
Tamanho da Firma	Número de Funcionários das empresas (CAT_EMP)	Catagórica MICRO = até 19 funcionários PEQ = entre 20 e 99 funcionários MED = entre 100 e 499 funcionários GRA = acima de 500 funcionários
Ativos Intangíveis	Gasto em P&D das empresas, em euros, no ano de 2016 (PD)	Contínua
	Número de Patentes registradas pelas empresas entre 2014-2016 (PAT_N)	Contínua
	Número de <i>Trademarks</i> registrados pelas empresas entre 2014-2016 (TRMK_N)	Contínua
Lucro maior que a mediana do setor (dependente)	Empresas farmacêuticas com lucro operacional superior à mediana do setor ou não (DUMMY_LUCRO)	Catagórica 0 = Empresa farmacêutica com lucro operacional menor que a mediana 1 = Empresa farmacêutica com lucro operacional maior que a mediana

Fonte: Elaboração própria.

3.2 Base e análise descritiva dos dados

Para realizar a análise da importância dos ativos intangíveis, como P&D, patentes e *trademarks*, para o setor farmacêutico, este trabalho utilizou a base “JRC-OECD COR&DIP© database, v.2, 2019” que fornece dados disponibilizados pela Comissão Europeia em

colaboração com a JRC⁴⁶ Directorate B – Crescimento e Inovação, e com a OECD *Directorate for Science, Technology and Innovation* (STI).

Esta base é composta por 2000 empresas com os maiores gastos em P&D no mundo e apresenta informações de receita líquida, gastos em P&D, CAPEX, lucratividade, número de funcionários e ativos de propriedade intelectual (isto é, patentes e *trademarks*) dessas empresas, para os anos de 2013, 2014, 2015 e 2016.

As informações sobre as empresas são extraídas do 2017 *EU Industrial R&D Investment Scoreboard* e as informações de propriedade intelectual em relação às patentes derivam do *Worldwide Patent Statistical Database* (PATSTAT Biblio, Spring 2019) do escritório europeu de patentes (EPO). Em relação aos *trademarks*, as informações provêm do escritório norte-americano de patentes e *trademarks* (USPTO). Para dados complementares, algumas informações são extraídas do escritório da União Europeia de propriedade intelectual (*European Union Intellectual Property Office* - EUIPO), de tal forma que são cobertas informações de famílias de aplicações de patentes registradas nos cinco mais importantes escritórios de propriedade intelectual (IP5) no mundo (CNIPA da China, EPO, JPO do Japão, KIPO coreano e USPTO) e de aplicações de *trademarks* registradas na EUIPO e na USPTO.

Conforme o próprio relatório da base de dados informa, os nomes dos principais investidores em P&D e de suas subsidiárias foram comparados aos nomes dos candidatos fornecidos em documentos de patentes e *trademarks* publicados. A comparação foi feita por país, utilizando uma série de algoritmos contidos no sistema *Imalinker (Idener Multi Algorithm Linker)* desenvolvido por IDENER.

A base divide as empresas por setor seguindo duas metodologias. A NACE.2 (*Statistical Classification of Economic Activities in the European Community*) do Eutostat, o escritório estatístico da Comunidade Europeia, e a ISIC4 (*International Standard Industrial Classification of All Economic Activities, Rev.4*) do departamento de assuntos econômicos e sociais do secretariado das Nações Unidas que é uma classificação de atividades produtivas de referência internacional.

Seguindo a classificação do NACE.2, das 2000 empresas da amostra, 17 pertencem ao setor de Fabricação de Produtos Farmacêuticos (21.10), 209 ao setor de Fabricação de

⁴⁶ *Joint Research Center.*

Preparações Farmacêuticas (21.20) e 59 ao setor de Pesquisa e Desenvolvimento Experimental em Biotecnologia (72.11). Segundo a classificação do ISIC4, das 2000 empresas da amostra, 226 pertencem ao setor de Fabricação de produtos farmacêuticos básicos e de preparações farmacêuticas (21) e 63 pertencem ao setor de Pesquisa Científica e Desenvolvimento (72).

No ano de 2016, as 2000 empresas que compõem a base em questão investiram, em média, 363 milhões de euros em P&D e 586 milhões em CAPEX. O setor farmacêutico (NACE.2 21.10 e 21.20) apresentou, em média, um investimento de 582,8 milhões de euros em P&D por empresa e 200,4 milhões em CAPEX e o setor de Pesquisa e Desenvolvimento Experimental em Biotecnologia (NACE.2: 72.11) apresentou, em média, um investimento de 79,93 milhões de euros por empresa em P&D e 9,87 milhões em CAPEX. Dessa forma, para os 238 setores que compõem a base, a relação P&D/CAPEX média foi de 0,64, enquanto para o setor farmacêutico (NACE.2 21.10 e 21.20) foi de 2,98 e para o setor de pesquisa e desenvolvimento experimental em biotecnologia de 8,23. Assim, é possível observar que as empresas do setor farmacêutico e do setor de biotecnologia apresentam uma relação P&D/CAPEX expressivamente maior que a média de todos os outros setores, o que demonstra a importância do investimento em P&D frente ao investimento em CAPEX para essas atividades.

Alguns outros dados reforçam isso: a relação P&D/lucro operacional de todos os 238 setores que compõem a base é de 0,446, ou seja, para todos os setores, o equivalente a 44,6% do lucro operacional é investido em P&D. Para o setor farmacêutico, esse valor corresponde a 80,2%. A relação CAPEX/lucro operacional de todos os setores da base indica que o equivalente a 69,3% do lucro operacional é investido em CAPEX, enquanto, para o setor farmacêutico, o mesmo indicador é de 26,8%, ou seja, quase um terço da média da amostra.

A relação entre gastos em P&D e receita líquida de vendas é conhecida como indicador de intensidade tecnológica. Para o setor farmacêutico (NACE.2 21.10 e 21.20), este indicador aponta para gastos em P&D proporcionais a 14,39% da receita líquida de 915 bilhões de euros, estando mais de três vezes acima da média do indicador para o total das empresas, que é de 4,23%. Reforçando, mais uma vez, a importância do P&D para este setor. As informações mencionadas acima estão resumidas na Tabela 3.

Tabela 3 – P&D, CAPEX, lucro operacional e vendas líquidas por setor, ano de 2016

Variáveis	Setor		
	Todos os 238 setores que compõem a base	Farmacêutico (NACE.2: 21.10 e 21.20)	Pesquisa e desenvolvimento experimental em biotecnologia (NACE.2: 72.11)
Número de empresas	2000	226	59
P&D médio por empresa (€ milhões)	363,64	582,81	79,93
CAPEX médio por empresa (€ milhões)	586,14	200,43	9,87
P&D/vendas líquidas	0,04	0,14	1,27
CAPEX/vendas líquidas	0,06	0,05	0,15
P&D/CAPEX	0,64	2,98	8,23
P&D/lucro operacional	0,44	0,8	-1
CAPEX/lucro operacional	0,69	0,27	-0,12
Vendas líquidas/lucro operacional	10,55	5,57	-0,78

Fonte: JRC-OECD COR&DIP© database, v.2, 2019, elaboração própria.

A Tabela 3 evidencia uma característica marcante das empresas de biotecnologia: a tendência dessas empresas a apresentar lucro operacional negativo. Essa tendência é tão marcante nos dados que, das 59 empresas que compõem esse setor na amostra, apenas cinco não apresentam lucro operacional negativo. Além disso, como foi visto, essas empresas investem muito mais em P&D do que em CAPEX, apresentando uma relação P&D/CAPEX quase 13 vezes maior que a relação média de todos os setores da amostra. Ademais, essas empresas são, em geral, de pequeno (entre 20 e 99 funcionários) e médio porte (entre 100 e 499 funcionários), de forma que apenas cinco empresas, das 59 que compõem a amostra, são classificadas como de grande porte (mais de 500 funcionários). Cabe ainda ressaltar que, apesar das empresas de biotecnologia tenderem a apresentar lucro operacional negativo, elas são muito bem avaliadas pelo mercado, apresentando grande *market value*. Comumente, conforme

discutido no primeiro Capítulo, as empresas de biotecnologia tendem a ser adquiridas pelas Big Pharmas.

Em relação à lucratividade, o setor de Fabricação de preparações farmacêuticas (NACE.2 21.20) foi o que apresentou o maior lucro operacional da amostra no ano de 2016, tendo auferido 161,67 bilhões de euros, o que lhe garantiu uma rentabilidade (lucro operacional/receita líquida) de 18,03%, a terceira maior entre os 10 setores com maiores lucros operacionais da amostra. O segundo setor que apresentou maior lucro operacional foi o de Fabricação de veículos motorizados (NACE.2 29.10), seguido pelo setor de Fabricação de componentes eletrônicos (NACE.2 26.11). É interessante notar, que os três setores que apresentaram os maiores lucros operacionais são também, na mesma ordem, os setores que mais investiram em P&D no período. A Tabela 4 apresenta os 10 setores que auferiram os maiores lucros operacionais da amostra e as suas respectivas rentabilidades.

Tabela 4 – 10 setores com maiores lucros operacionais e suas rentabilidades

	Setor	Lucro operacional (€ bilhões)	Rentabilidade (%)
1	Fabricação de preparações farmacêuticas (21.20)	161,67	18,03
2	Fabricação de veículos motorizados (29.10)	98,22	5,84
3	Fabricação de componentes eletrônicos (26.11)	92,36	13,12
4	Outras atividades de telecomunicações (61.29)	83,62	12,98
5	Fabricação de computadores e equipamentos periféricos (26.20)	80,96	9,89
6	Outras atividades de tecnologias da informação e serviços de informática (62.09)	64,75	22,39
7	Publicação de softwares que não de jogos de computador (58.29)	50,11	19,52
8	Intermediações financeiras que não pertencentes ao banco central (64.19)	49,26	16,50
9	Fabricação de aero e espaçonaves e maquinários relacionados (30.30)	42,67	8,33
10	Produção de eletricidade (35.11)	40,39	7,59

Fonte: JRC-OECD COR&DIP© database, v.2, 2019, elaboração própria.

Ao comparar os setores presentes na base de dados, evidencia-se que o setor de Fabricação de preparações farmacêuticas (NACE.2: 21.20) é o que apresenta o maior investimento total em P&D no ano de 2016: 129,5 bilhões de euros. Esse também é o setor com o maior número de empresas na base, com 209 representantes. Uma vez que a base de dados utilizada é composta pelas 2000 empresas que mais investiram em P&D no período, a importância da pesquisa e desenvolvimento para o setor de Fabricação de preparações farmacêuticas fica ainda mais evidente.

O segundo setor que mais investiu em P&D em 2016 foi o de Fabricação de veículos motorizados (NACE.2 29.10), seguido pelo setor de Fabricação de componentes eletrônicos (NACE.2 26.11) e pelo setor de Publicação de softwares que não jogos de computador (NACE.2 58.29). A Tabela 5 mostra os 10 setores com o maior investimento total em P&D no ano de 2016 e alguns de seus indicadores financeiros.

Ainda comparando os setores presentes na base de dados, mas agora em relação ao investimento total em CAPEX, observa-se que o setor de Fabricação de preparações farmacêuticas ocupa a sétima posição entre os setores que mais investiram em CAPEX em 2016, tendo investido 43,3 bilhões de euros. Essa posição é menos expressiva quando se considera que setores com até 20 vezes menos empresas na amostra ocupam as primeiras seis colocações. Dessa forma, o setor que mais investiu em CAPEX em 2016 foi o de Fabricação de veículos motorizados, 124,95 bilhões de euros divididos entre 39 empresas, seguido pelo setor de Extração de petróleo bruto (NACE.2: 06.10), 111,17 bilhões de euros divididos entre 11 empresas e pelo setor de Fabricação de componentes eletrônicos, 88,78 bilhões de euros dividido entre 164 empresas. A Tabela 6 apresenta os 10 setores com maior investimento total em CAPEX no ano de 2016, juntamente com o valor total investido e o número de empresas por setor. É possível observar que o gasto em CAPEX no setor farmacêutico é relativamente menos expressivo que em outros setores da amostra.

Tabela 5 – Setores que mais investiram em P&D em 2016

	Setor (NACE.2)	Número de empresas	P&D (€ bilhões)	CAPEX (€ bilhões)	Vendas líquidas (€ bilhões)	Intensidade de P&D (%) ⁴⁷
1	Fabricação de preparações farmacêuticas (21.20)	209	129,5	43,43	896,68	14,44
2	Fabricação de veículos motorizados (29.10)	39	75,02	124,95	1.680,86	4,46
3	Fabricação de componentes eletrônicos (26.11)	164	69,09	88,78	703,68	9,82
4	Publicação de softwares que não jogos de computador (58.29)	95	40,98	14,9	256,7	15,96
5	Fabricação de computadores e equipamentos periféricos (26.20)	57	31,14	25,06	818,19	3,8
6	Fabricação de equipamentos de comunicação (26.30)	59	28,87	6,62	234,05	12,33
7	Outras atividades de tecnologias da informação e serviços de informática (62.09)	32	25,28	25,97	289,16	8,74
8	Fabricação de aero e espaçonaves e maquinários relacionados (30.30)	29	21,92	19,58	511,99	4,28
9	Fabricação de outras peças e acessórios para veículos motorizados (29.32)	52	16,5	17,32	435,61	3,79
10	Atividades de programação computacional (62.01)	58	15,16	7,18	149	10,17

Fonte: JRC-OECD COR&DIP© database, v.2, 2019, elaboração própria.

⁴⁷ P&D/Vendas líquidas.

Tabela 6 – Setores que mais investiram em CAPEX em 2016

	Setor (NACE.2)	Número de empresas	CAPEX (€ bilhões)
1	Fabricação de veículos motorizados (29.10)	39	124,95
2	Extração de petróleo bruto (06.10)	11	111,17
3	Fabricação de componentes eletrônicos (26.11)	164	88,78
4	Outras atividades de telecomunicações (61.90)	36	88,50
5	Produção de eletricidade (35.11)	23	72,14
6	Fabricação de produtos petrolíferos refinados (19.20)	12	57,60
7	Fabricação de preparações farmacêuticas (21.20)	209	43,43
8	Outras atividades de tecnologias da informação e serviços de informática (62.09)	32	25,97
9	Fabricação de computadores e equipamentos periféricos (26.20)	57	25,06
10	Transporte ferroviário de passageiros, interurbano (49.10)	8	23,18

Fonte: JRC-OECD COR&DIP© database, v.2, 2019, elaboração própria.

Comparando os setores em relação ao número de patentes registradas no período de 2014-2016, observa-se que o setor de Fabricação de preparações farmacêuticas (NACE.2 21.20) ocupa o sétimo lugar, tendo registrado 33.662 patentes no período e tendo gastado uma média de 3,85 milhões de euros em P&D por patente, sendo o setor entre os 10 que mais patenteiam com o maior valor de P&D por patente registrada. Levando-se em consideração que a patente é fruto de um investimento em P&D, as patentes farmacêuticas são as mais caras entre os setores que mais patenteiam. O setor que mais registrou patentes foi o de Fabricação de componentes eletrônicos (NACE.2: 26.11) com 194.621 patentes registradas no período, seguido pelo setor de Fabricação de veículos motorizados (NACE.2: 29.10) com 60.783 patentes e o setor Fabricação de equipamentos de comunicação (NACE.2: 26.30) com 44.458 patentes. Os 10 setores que mais registraram patentes entre 2014 e 2016, bem como seus respectivos gastos em P&D por patente registrada estão na Tabela 7.

Tabela 7 – Setores que mais registraram patentes entre 2014-2016

	Setor (NACE.2)	Número de empresas por setor	Número de patentes registradas pelas empresas do setor (2014-2016)	P&D/Patente (€) ⁴⁸
1	Fabricação de componentes eletrônicos (26.11)	164	194.621	354.997,38
2	Fabricação de veículos motorizados (29.10)	39	60.783	1.234.234,72
3	Fabricação de equipamentos de comunicação (26.30)	59	44.458	649.303,12
4	Fabricação de computadores e equipamentos periféricos (26.20)	57	41.137	756.967,40
5	Fabricação de aero e espaçonaves e maquinários relacionados (30.30)	29	36.505	600.477,82
6	Fabricação de outros produtos químicos (20.59)	44	33.989	284.813,30
7	Fabricação de preparações farmacêuticas (21.20)	209	33.662	3.847.562,12
8	Fabricação de outras peças e acessórios para veículos motorizados (29.32)	52	31.258	527.840,15
9	Fabricação de máquinas e equipamentos de escritório - exceto computadores e equipamentos periféricos (28.23)	9	28.764	144.659,95
10	Fabricação de eletrônicos de consumo (26.40)	12	28.088	275.243,11

Fonte: JRC-OECD COR&DIP© database, v.2, 2019, elaboração própria.

Cabe ressaltar, entretanto, que embora o setor farmacêutico seja o sétimo que mais possui patentes registradas neste período, ele é também o setor com o maior número de empresas na base. Dessa forma, quando a média de patentes registradas por empresa de cada setor é analisada, observa-se que o setor farmacêutico não figura entre os que mais patenteiam. De fato, o setor farmacêutico está na 104^a colocação, com uma média de 161,1 patentes por empresa. Analisando os setores com o maior número médio de patentes registradas por empresa, conforme apresentado na Tabela 9, os setores que mais patenteiam são o de Fabricação de componentes eletrônicos (26.10), Fabricação de outros equipamentos eletrônicos (27.90),

⁴⁸ A relação P&D/patentes registradas é um indicador econômico conhecido como “custo do P&D” (ver Amoroso et al., 2021, p. 34).

Fabricação de produtos refratários (23.91), Fabricação de utensílios domésticos não-eletrônicos (27.52) e Fabricação de máquinas para metalurgia (28.23).

Comparando os setores em relação ao número de *trademarks* registrados no período de 2014-2016, observa-se que o setor de Fabricação de preparações farmacêuticas (NACE.2 21.20) ocupa o primeiro lugar, tendo registrado 14.903 *trademarks* no período, mais de três vezes o número de *trademarks* registrados pelo segundo colocado, o setor de Fabricação de perfumes e produtos de toalete (NACE.2 20.42). Os 10 setores que mais registraram *trademarks* entre 2014 e 2016, bem como o número de *trademarks* registrado pelos setores e o número de empresas do setor estão na Tabela 8.

Tabela 8 – Setores que mais registraram *trademarks* entre 2014-2016

	Setor (NACE.2)	Número de empresas por setor	Número de <i>trademarks</i> registrados pelas empresas do setor presentes na base (2014-2016)
1	Fabricação de preparações farmacêuticas (21.20)	209	14.903
2	Fabricação de perfumes e produtos de higiene pessoal (20.42)	16	4.812
3	Fabricação de eletrônicos de consumo (26.40)	12	3.818
4	Fabricação de componentes eletrônicos (26.11)	164	3.426
5	Fabricação de veículos motorizados (29.10)	39	2.848
6	Fabricação de sabão e detergentes, preparações para limpeza e polimento (20.41)	7	2.689
7	Fabricação de jogos e brinquedos (32.40)	9	2.425
8	Fabricação de outros produtos alimentícios (10.89)	16	2.368
9	Fabricação de instrumentos e aparelhos para medição, teste e navegação (26.51)	54	2.357
10	Publicação de softwares que não de jogos de computador (58.29)	95	2.268

Fonte: JRC-OECD COR&DIP© database, v.2, 2019, elaboração própria.

Entretanto, o número de empresas farmacêuticas na amostra é treze vezes maior que o número de empresas de Fabricação de perfumes e produtos de higiene pessoal. Portanto, analisando a média de *trademarks* registrados por empresa do setor (número total de *trademarks* registrados pelo setor dividido pelo número de empresas representantes do setor na amostra), é

possível ver que os cinco setores com a maior média de *trademarks* por empresa são: Fabricação de refrigerantes, produção de águas minerais e outras águas engarrafadas (11.07), Outras atividades de diversão e recreação (93.29), Fabricação de sabão e detergentes, preparações para limpeza e polimento (20.41), Fabricação de componentes eletrônicos e de componentes eletrônicos de consumo (26.10 e 26.40) e Fabricação de perfumes e produtos de higiene pessoal (20.42). O setor farmacêutico se encontra em 41º lugar, com uma média de 71,3 *trademarks* registrados por empresa farmacêutica. Esses dados são apresentados na Tabela 9.

Dessa forma, evidencia-se que, mesmo ponderando o total de *trademarks* registrados pelo número de empresas que compõem o setor na base de dados utilizada, o setor farmacêutico se encontra entre os que mais fazem uso do registro de *trademarks*, principalmente considerando os 238 setores da amostra. É interessante notar que muitos dos setores mais intensivos em *trademarks* não são caracterizados por altos gastos em P&D e grande registro de patentes, com exceção do setor de Fabricação de componentes eletrônicos e componentes eletrônicos de consumo.

Em geral, como os *trademarks* são ativos mercadológicos, estando mais ligados a marcas e reputações, eles se destacam em setores com estratégia mais voltada para a divulgação e comercialização de seus produtos, e não tanto para elevada intensidade tecnológica, como é o caso dos setores de Fabricação de refrigerantes (11.07), de Outras atividades de diversão e recreação (93.29), de Fabricação de sabão e detergentes (20.41), Fabricação de perfumes e produtos de toalete (20.42) e de Fabricação de roupas, etc. O que chama a atenção no setor farmacêutico é que ele atua das duas formas: tanto sendo altamente intensivo em P&D e fazendo uso de patentes para proteger as suas inovações e barrar concorrentes, quanto investindo pesadamente na criação de *trademarks* e na divulgação de suas marcas por meio de altos gastos em marketing.

Tabela 9 – Setores com maior média de patentes e *trademarks* por empresa

Patentes			<i>Trademarks</i>		
	Setor	Média por empresa		Setor	Média por empresa
1	Fabricação de componentes eletrônicos (26.10)	8050	1	Fabricação de refrigerantes, produção de águas minerais e outras águas engarrafadas (11.07)	774
2	Fabricação de outros equipamentos eletrônicos (27.90)	5254	2	Outras atividades de diversão e recreação (93.29)	611,5
3	Fabricação de produtos refratários (23.91)	4762	3	Fabricação de sabão e detergentes, preparações para limpeza e polimento (20.41)	384,1
4	Fabricação de utensílios domésticos não-eletrônicos (27.52)	3967,5	4	Fabricação de componentes eletrônicos (26.10)	344,5
5	Fabricação de máquinas para metalurgia (28.23)	3196	5	Fabricação de eletrônicos de consumo (26.40)	318,2
6	Fabricação de eletrônicos de consumo (26.40)	2340,7	6	Fabricação de perfumes e produtos de toalete (20.42)	300,7
7	Fabricação de máquinas para mineração, pedreiras e construção (28.24)	2305,6	7	Fabricação de roupas (14.13)	273,3
8	Fabricação de veículos motorizados (29.10)	1558,5	8	Fabricação de jogos e brinquedos (32.40)	269,4
9	Fabricação de instrumentos ópticos e equipamentos fotográficos (26.70)	1548,53	9	Atividades de jogos de azar (92.00)	267,5
10	Fabricação de aero e espaçonaves e maquinários relacionados (30.30)	1258,8	10	Fabricação de produtos de tabaco (12.00)	265,2
104	Fabricação de preparações farmacêuticas (21.20)	161,1	41	Fabricação de preparações farmacêuticas (21.20)	71,3

Fonte: JRC-OECD COR&DIP© database, v.2, 2019, elaboração própria.

A base com as 2000 empresas que mais investiram em P&D possui empresas de 43 países diferentes, mas a distribuição das empresas entre os países é bastante concentrada. Os cinco países com maior número de empresas na base somam 72,9% das empresas. São eles: Estados Unidos (US), Japão (JP), China (CN), Alemanha (DE) e Reino Unido (GB). Dos 43

países presentes na base de dados, 23 possuem empresas farmacêuticas.⁴⁹ Mesmo dentro do setor farmacêutico (NACE.2 21.10 e 21.20) a distribuição das empresas por país é bastante concentrada. Os 5 países com o maior número de empresas farmacêuticas somam 73% das empresas deste setor presentes na base. São eles: Estados Unidos (US), Japão (JP), China (CN), Reino Unido (GB) e Índia (IN). Em relação ao setor de pesquisa e desenvolvimento experimental em biotecnologia (NACE.2 72.11), dos 43 países presentes na base, 10 possuem empresas desse setor. Ainda mais concentrado que o setor farmacêutico, o país com o maior número de empresas de biotecnologia, os Estados Unidos, possui 78% das empresas desse setor presentes na base de dados. Na Tabela 10 são apresentados os países com maior frequência tanto entre as 2000 empresas, quanto para o setor farmacêutico (NACE.2 21.10 e 21.20) e para o setor de biotecnologia (NACE.2 72.11).

Tabela 10 – Frequência dos países sede das empresas

	2000 empresas		Setor farmacêutico (NACE.2 21.10 e 21.20)		Setor de biotecnologia (NACE.2 72.11)	
	País	Frequência	País	Frequência	País	Frequência
1	EUA	661	EUA	99	EUA	46
2	Japão	301	Japão	25	Reino Unido	3
3	China	268	China	19	Alemanha	2
4	Alemanha	120	Reino Unido	12	Dinamarca	2
5	Reino Unido	108	Índia	10	China	1

Fonte: JRC-OECD COR&DIP© database, v.2, 2019, elaboração própria.

Em relação ao tamanho das empresas, utilizou-se para a análise a classificação do IBGE do porte das empresas do setor industrial, que utiliza o número de funcionários para determinar se a empresa é considerada de micro, pequeno, médio ou de grande porte. As firmas foram divididas nessas quatro categorias, conforme a indicação do IBGE, como ilustrado no Quadro 5.

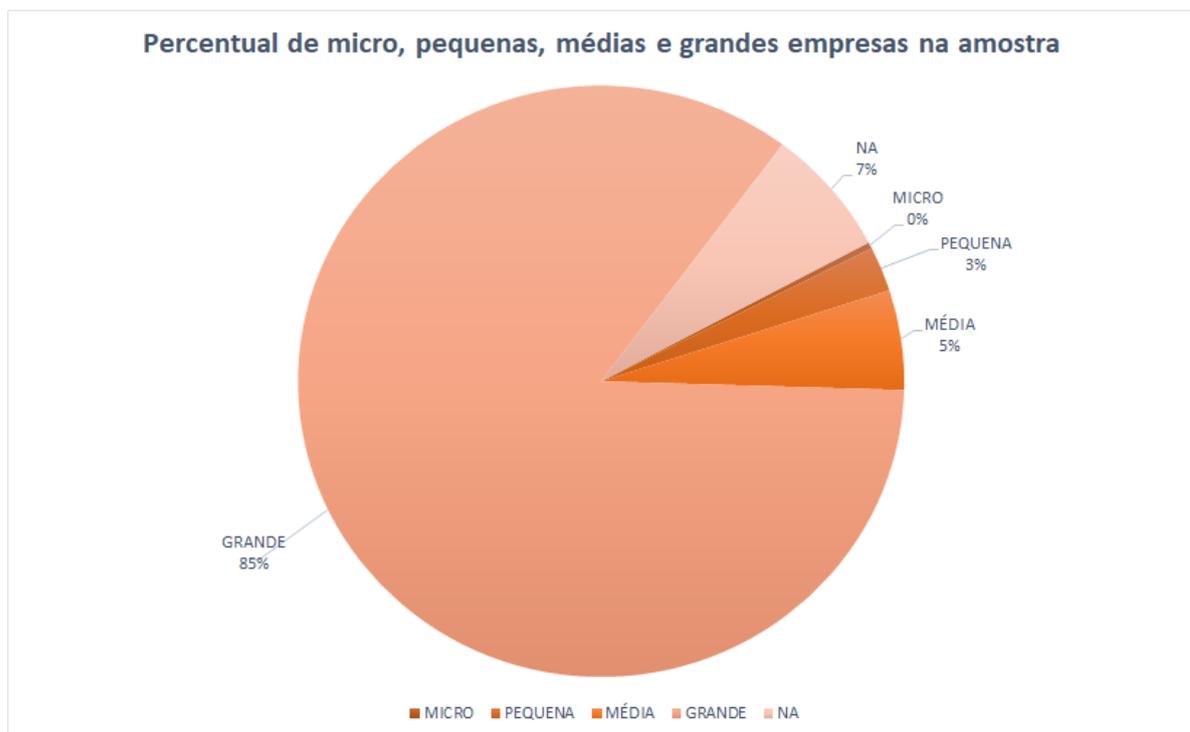
⁴⁹ São eles: Austrália (1 empresa), Bélgica (3 empresas), Canadá (4 empresas), Suíça (5 empresas), China (19 empresas), Alemanha (8 empresas), Dinamarca (6 empresas), Espanha (3 empresas), Finlândia (1 empresa), França (5 empresas), Reino Unido (12 empresas), Grécia (1 empresa), Hungria (1 empresa), Irlanda (8 empresas), Israel (1 empresa), Índia (10 empresas), Itália (2 empresas), Japão (25 empresas), República da Coreia (7 empresas), Holanda (2 empresas), Suécia (2 empresas), Eslovênia (1 empresa), Estados Unidos (99 empresas farmacêuticas).

Quadro 5 – Classificação do porte da empresa segundo o número de funcionários

Categoria	Número de funcionários
Micro	até 19 funcionários
Pequena	de 20 a 99 funcionários
Média	de 100 a 499 funcionários
Grande	mais de 500 funcionários

Fonte: IBGE, elaboração própria.

Com essa classificação, observou-se que 85% das empresas que compõem a amostra são consideradas de grande porte. Empresas médias e pequenas representam 5% e 3% do total, respectivamente. O Gráfico 1 evidencia o predomínio das empresas com mais de 500 funcionários.

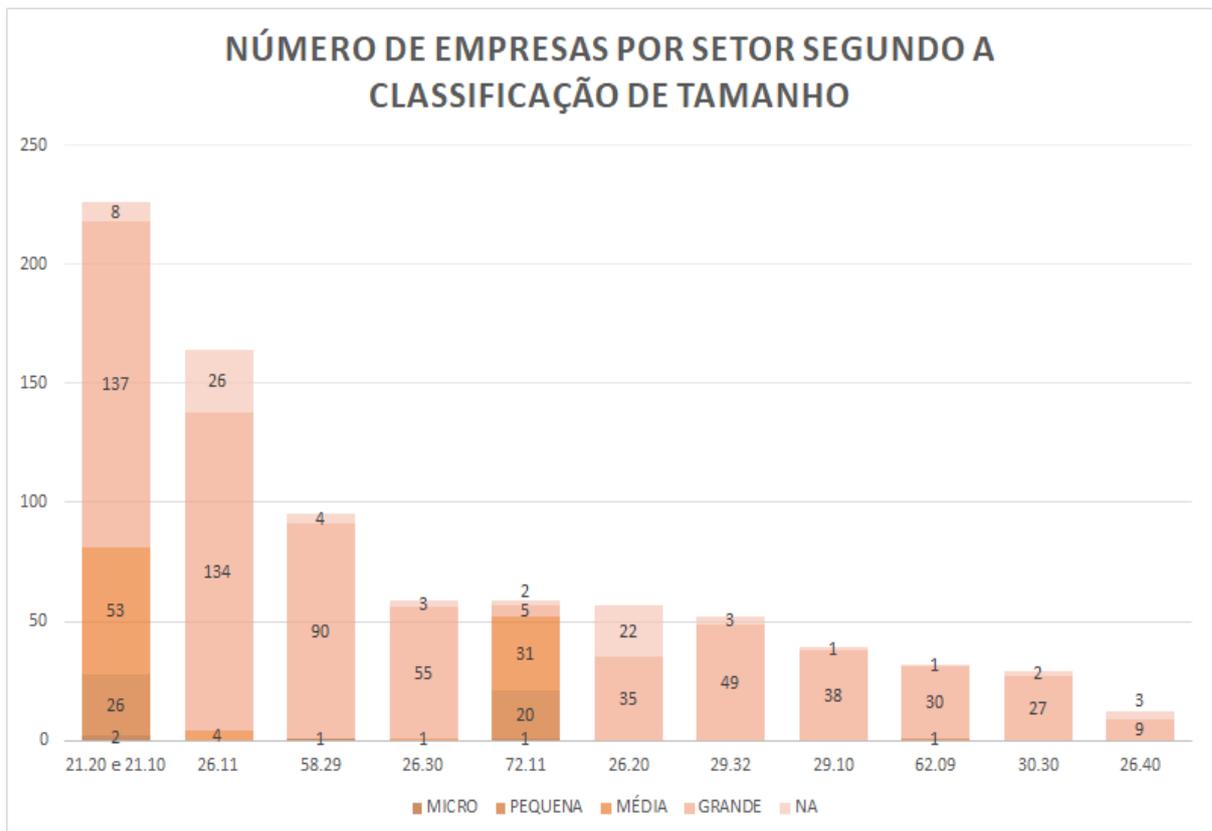
Gráfico 1 – Percentual de micro, pequenas, médias e grandes empresas na amostra

Fonte: JRC-OECD COR&DIP© database, v.2, 2019, elaboração própria.

Entretanto, ao fazer a análise do tamanho das empresas por setor, observa-se que, dentre os principais setores da amostra, o setor farmacêutico (NACE.2: 21.10 e 21.20) apresenta maior proporção de empresas de pequeno e médio porte. Embora o setor farmacêutico também seja composto por um elevado número de empresas de grande porte (137 empresas, 60,6% do

total das empresas farmacêuticas), dentro da amostra, esse setor se destaca por apresentar também empresas de médio e pequeno porte. O mesmo pode ser observado para o setor de biotecnologia (NACE.2: 72.11), que apresenta uma proporção ainda maior de empresas médias (52,5%) e pequenas (33,9%). O Gráfico 2 ilustra os dados apresentados acima e compara o setor farmacêutico e de biotecnologia com os principais setores da amostra.

Gráfico 2 – Número de empresas por setor segundo a classificação de tamanho



Fonte: JRC-OECD COR&DIP© database, v.2, 2019, elaboração própria.

Setores presentes no gráfico: **21.20 e 21.10** - fabricação de preparações e de produtos farmacêuticos, **26.11** - fabricação de componentes eletrônicos, **58.29** - publicação de softwares que não jogos de computador, **26.30** - fabricação de equipamentos de comunicação, **72.11** - pesquisa e desenvolvimento experimental em biotecnologia, **26.20** - fabricação de computadores e equipamentos periféricos, **29.32** - fabricação de outras peças e acessórios para veículos motorizados, **29.10** - fabricação de veículos motorizados, **62.09** - outras atividades de tecnologia da informação e serviços de informática, **30.30** - fabricação de aero e espaçonaves e maquinários relacionados, **26.40** - fabricação de eletrônicos de consumo.

A Tabela 11 apresenta as estatísticas descritivas para o setor farmacêutico, separadas em NACE.2 21.10 e 21.20, o que permite analisar as características do setor como todo, como também as especificidades do setor de fabricação de produtos farmacêuticos básicos (21.10) e do setor de fabricação de preparações farmacêuticas (21.20).

Tabela 11 – Análise Descritiva do Setor Farmacêutico

Variáveis	Estatísticas	21.10 Fabricação de produtos farmacêuticos básicos.	21.20 Fabricação de preparações farmacêuticas.
P&D (em euros)	Média	129.345.091	619.696.824
	Mediana	113.508.175	83.474.999
	Min	36.343.823	34.030.926
	Max	467.077.004	9.241.627.001
	Desvio Padrão	107.775.830	1.543.181.413
CAPEX (em euros)	Média	41.144.148	212.920.069
	Mediana	29.724.802	26.914.429
	Min	522.721	-31.120.400
	Max	144.733.441	3.862.562.006
	Desvio Padrão	40.494.271	508.893.245
Receita Líquida (em euros)	Média	1.087.951.862	4.528.669.656
	Mediana	1.185.236.528	719.615.761
	Min	6.508.870	27.512
	Max	2.272.380.874	68.200.358.128
	Desvio Padrão	663.899.474	10.217.975.979
Lucro Operacional (em euros)	Média	151.787.853	773.540.237
	Mediana	121.118.706	20.339.938
	Min	-156.822.877	-1.878.379.595
	Max	530.778.958	19.827.340.171
	Desvio Padrão	176.658.722	2.622.099.577

Fonte: JRC-OECD COR&DIP© database, v.2, 2019, elaboração própria.

Continuação Tabela 11 – Análise Descritiva do Setor Farmacêutico

Variáveis	Estatísticas	21.10 Fabricação de produtos farmacêuticos básicos.	21.20 Fabricação de preparações farmacêuticas.
Número de Funcionários	Média	3.538	11.245
	Mediana	2328	1772
	Min	36	12
	Max	10.455	126.400
	Desvio Padrão	2.984	23.199
Número de patentes registradas (2014-2016)	Média	101	161
	Mediana	36	28
	Min	0	0
	Max	581	4487
	Desvio Padrão	177	489
Número de <i>trademarks</i> registrados (2014-2016)	Média	11	71
	Mediana	3	12
	Min	0	0
	Max	99	1581
	Desvio Padrão	24	191

Fonte: JRC-OECD COR&DIP© database, v.2, 2019, elaboração própria.

O setor de fabricação de produtos farmacêuticos básicos inclui a fabricação de substâncias medicinais ativas a serem utilizadas por suas propriedades farmacológicas na fabricação de medicamentos, tais como, antibióticos, vitaminas básicas e ácido salicílico. Inclui também o processamento de sangue, a fabricação de açúcares quimicamente puros e processamento e fabricação de extratos glandulares. Dentre as 2000 empresas que mais investiram em P&D em 2016, 17 pertenciam a esse setor. Essas empresas investiram, em média, 129 milhões de euros em P&D e 41 milhões em CAPEX, obtendo, em média, 1 bilhão de euros de receita líquida. Seguindo a classificação do IBGE para o porte das empresas, o setor apresentou empresas de porte pequeno a grande. Em média, as empresas desse setor registraram 101 patentes por empresa, entre 2014 e 2016, variando de zero a 581 patentes por empresa. Em

relação aos *trademarks* registrados no mesmo período, a média foi de 11 registros por empresa, variando de zero a 99 por empresa.

O setor de fabricação de preparações farmacêuticas inclui a fabricação de medicamentos como anti-soros e outras frações do sangue, vacinas, preparações homeopáticas; a fabricação de contraceptivos químicos para uso externo e de contraceptivos hormonais; a fabricação de preparações de diagnóstico médico, incluindo testes de gravidez; a fabricação de substâncias radioativas para diagnóstico *in vivo*; a fabricação de fármacos biotecnológicos; a fabricação de gaze, ataduras, curativos, etc.; e a preparação de produtos botânicos para o uso farmacológico. Dentre as 2000 empresas que mais investiram em P&D em 2016, 209 pertenciam a esse setor. As empresas desse setor presentes na amostra investiram, em média, mais de 619 milhões de euros em P&D e quase 213 milhões em CAPEX, obtendo, em média, 4,5 bilhões de euros em receita líquida. É interessante notar que uma das empresas desse setor apresentou CAPEX negativo, ou seja, a empresa teve um desinvestimento em CAPEX no ano de 2016. Além disso, das 20 empresas da amostra que menos investiram em CAPEX, treze pertenciam a esse setor e 5 pertenciam ao setor de pesquisa em biotecnologia (NACE.2: 7211). Seguindo a classificação do IBGE para o porte das empresas, o setor apresentou empresas de micro a grande porte, possuindo uma proporção maior de pequenas e médias empresas que os outros principais setores da amostra, conforme foi discutido acima e apresentado no Gráfico 2. Em média, as empresas desse setor registraram 161 patentes por empresa, entre 2014 e 2016, variando de zero a 4487 patentes por firma. Em relação aos *trademarks* registrados no mesmo período, a média foi de 71 registros por empresa, variando de zero a 1581 por empresa, o que explica o alto desvio padrão tanto para o número de patentes, quanto para o número de *trademarks* registrados. Em relação a isso, a Tabela 12 traz as dez farmacêuticas que mais registraram patentes e *trademarks* entre 2014 e 2016, todas são classificadas no NACE.2 21.20.

Embora a Tabela 12 traga os dados das empresas farmacêuticas que mais registraram patentes e *trademarks* entre 2014 e 2016, a maior parte das empresas farmacêuticas (NACE.2: 21.10 e 21.20) registrou entre zero e 270 patentes neste período. Isso é reforçado pelas medianas do número de patentes apresentadas na Tabela 11, que indicam que metade das empresas farmacêuticas da amostra registrou até 36 (21.10) e até 28 (21.20) patentes por empresa, mesmo que o número máximo de patentes por empresa tenha sido 581 e 4487, respectivamente.

Além disso, essa característica do setor farmacêutico referente às patentes também é observada para os *trademarks* registrados pelo setor. A maior parte das empresas farmacêuticas (NACE.2: 21.10 e 21.20) registrou entre zero e 110 *trademarks* neste período. Isso é reforçado pelas medianas do número de *trademarks* apresentadas na Tabela 11, que nos indicam que metade das empresas farmacêuticas da amostra registrou até 3 (21.10) e até 12 (21.20) *trademarks* por empresa, mesmo que o número máximo de *trademarks* por empresa tenha sido 99 e 1581, respectivamente.

Tabela 12 – Empresas farmacêuticas com o maior número de patentes e *trademarks*

	Patentes		<i>Trademarks</i>	
	Empresa	Número	Empresa	Número
1	Johnson & Johnson	4487	Novartis	1581
2	Roche	3185	GlaxoSmithKline	1177
3	Merck DE	2645	Johnson & Johnson	1078
4	Bayer	1966	Merck US	747
5	Novartis	1685	Eli Lilly	687
6	Sanofi	1615	Pfizer	677
7	Solvay	1438	Bayer	601
8	GlaxoSmithKline	958	Allergan	505
9	Abbott Laboratories	944	Sanofi	496
10	Merck US	910	Bristol-Myers Squibb	431

Fonte: JRC-OECD COR&DIP© database, v.2, 2019, elaboração própria.

Pela análise descritiva dos dados das 2000 empresas que mais investiram em P&D realizada nesse capítulo, observou-se que o setor farmacêutico é especialmente intensivo em Pesquisa e Desenvolvimento. Uma primeira evidência disso é o fato de que esse é o setor com maior número de empresas na amostra. Conforme foi demonstrado, outros dados corroboram com essa conclusão, como a relação investimento em P&D/número de empresas no setor, a relação P&D/lucro operacional e a relação P&D/receita líquida do setor farmacêutico serem todas expressivamente maiores que as mesmas relações para a média de todos os outros setores da amostra. Além disso, o setor farmacêutico também se destaca por um investimento relativamente mais baixo em CAPEX, o que reflete uma relação P&D/CAPEX superior à dos

demais setores. Observou-se também que o setor farmacêutico faz uso de forma ativa do registro de patentes, e, entre os dez setores que mais registraram patentes entre 2014-2016, foi o que apresentou a maior relação P&D/patentes registradas. Ademais, o setor farmacêutico também está entre os que mais registraram *trademarks* no período da análise.

As 2000 empresas da base estão divididas entre 43 países sede, mas cinco países concentram 74,9% das empresas. Algo semelhante ocorre para o setor farmacêutico, em que 23 países possuem empresas desse setor, porém 5 deles são sede de 73% das empresas. Além disso, das 2000 empresas da amostra, 85% são classificadas como sendo de grande porte. Embora as empresas farmacêuticas também apresentem grande proporção de empresas de grande porte, 60,6%, é também o setor com uma das maiores proporções de empresas de menor porte, o que passa a ser uma característica bastante forte para distinguir as empresas farmacêuticas das demais da amostra, conforme será visto no próximo capítulo.

4. Resultados das Árvores de Classificação

Este capítulo apresenta os resultados da estimação das duas árvores de classificação que fazem parte do trabalho. A primeira árvore (Árvore I) se refere à determinação das características das empresas farmacêuticas (NACE.2: 21.10 e 21.20)⁵⁰. A árvore estimada oferece um detalhamento das características observáveis das empresas farmacêuticas da amostra com as 2000 empresas que mais investiram em P&D no período de 2013-2016, o que possibilita descrever as empresas do setor farmacêutico frente às empresas não-farmacêuticas da amostra. O objetivo da Árvore I é determinar, dentro das 2000 empresas que mais investiram em P&D entre 2013-2016, quais são as peculiaridades das empresas do setor farmacêutico, de forma a poder observar se, em relação aos demais setores, os ativos intangíveis possuem papel central na indústria farmacêutica.

A segunda árvore (Árvore II) está relacionada à determinação das características das empresas farmacêuticas que melhor descrevem as empresas deste setor que possuem lucro operacional acima da mediana. A árvore estimada oferece um detalhamento das características observáveis das empresas farmacêuticas (NACE.2: 21.10 e 21.20) que possuem os maiores lucros operacionais dentro do próprio setor, o que permite caracterizar as empresas do setor farmacêutico com maiores lucros. O objetivo da Árvore II é determinar, entre as 226 empresas farmacêuticas que mais investiram em P&D entre 2013-2016, quais são as características definidoras das empresas com maiores lucros, de forma a poder observar se a posse de ativos intangíveis contribui para o processo de acumulação das empresas farmacêuticas.

4.1 Árvore 1: Características observáveis das empresas farmacêuticas

Para a construção da Árvore 1, foram utilizadas como variáveis o gasto em P&D, a receita líquida de vendas, o gasto em CAPEX, o lucro operacional, o porte da empresa, o custo do P&D, o número de patentes registradas, o número de *trademarks* registrados e uma binária que indica se a empresa gastou mais em P&D ou em CAPEX. O Quadro 3, apresentado no segundo capítulo, descreve as características de cada uma das variáveis.

⁵⁰ Utilizou-se apenas os dados das empresas classificadas com NACE.2: 21.10 e 21.20, porque as empresas de biotecnologia (NACE.2: 72.11), embora sejam elementos importantes do setor farmacêutico, possuem um comportamento bastante diferente das empresas classificadas como farmacêuticas. Assim, para a construção da árvore que busca identificar as principais características das empresas da indústria farmacêutica, a inclusão das empresas de biotecnologia não contribuiria para o objetivo.

As variáveis escolhidas e a ordenação destas foram determinadas pelo algoritmo QUEST. A árvore selecionada foi a que apresentou, durante a validação cruzada (*cross-validation*), a menor estimativa de custo médio de má classificação.⁵¹ Assim, a árvore obtida possui 27 nós, sendo 14 deles nós terminais (folhas) e 7 desses nós terminais representam as características das empresas farmacêuticas. Cabe destacar que a árvore foi construída aceitando nós com no mínimo 20 observações e risco estimado de 18,1%.

Como utiliza-se aqui uma base de dados bastante desbalanceada, com as duas categorias da variável dependente representando 11,3% e 88,7% da amostra, é necessário ajustar os pesos para penalizar a má classificação, de forma a garantir uma maior proporção de acerto na classificação das empresas de interesse. Um equilíbrio deve ser encontrado entre penalizar a má classificação da variável de interesse e não elevar muito o risco total da árvore.⁵² Buscando esse equilíbrio, chegou-se aos pesos de má classificação fornecidos no Quadro 6.

Quadro 6 – Pesos utilizados para penalizar má classificação da Árvore I

Caso	Peso da penalidade
Classificar Y=0 como Y=0	0
Classificar Y=0 como Y=1	1
Classificar Y=1 como Y=1	0
Classificar Y=1 como Y=0	7

Fonte: Elaboração própria.

Com os pesos utilizados, as probabilidades *a priori* (*priors*) da classe 0 (empresas não-farmacêuticas) e da classe 1 (empresas farmacêuticas) passam de 0,887 e 0,113 para 0,52861 e 0,47139, evidenciando que a penalização por má classificação conseguiu equilibrar melhor a base de dados.

As variáveis apontadas como relevantes para a caracterização do setor farmacêutico pela árvore de classificação reforçam as conclusões obtidas na análise descritiva dos dados: dentro da amostra, as empresas farmacêuticas apresentam uma elevada proporção de empresas pequenas e médias; as empresas farmacêuticas gastam relativamente mais em P&D e

⁵¹ Os custos de má classificação (*misclassification costs*) são formas de penalizar erros no processo de classificação (LU et al., 2018, p.2), no presente caso, por exemplo, seria a penalidade por uma empresa farmacêutica ser erroneamente classificada como não-farmacêutica e vice-versa.

⁵² O risco é a relação entre observações classificadas erroneamente e o total de observações da amostra.

relativamente menos em CAPEX que as outras empresas da amostra; e as empresas farmacêuticas registram relativamente mais *trademarks* que a maior parte dos setores da amostra. Embora as empresas farmacêuticas não estejam entre as que mais registram patentes, estão entre as empresas que têm maiores custos de P&D (gastam mais em P&D por patente registrada).

O algoritmo apontou como a principal variável explicativa o tamanho da empresa, realizando a primeira divisão da amostra de forma que micro, pequenas e médias empresas ficassem separadas das empresas de grande porte. Isso evidencia que, dentro da amostra, a probabilidade de uma empresa ser farmacêutica, dado que ela é de menor porte (isto é, micro, pequeno ou médio porte) é alta, devido à grande proporção de empresas farmacêuticas entre as empresas de menor porte (nó 2).

No ramo da árvore com as empresas de grande porte, a variável apontada como a mais relevante para caracterizar empresas do setor farmacêutico foi o gasto em P&D, evidenciando como as empresas farmacêuticas são realmente mais intensivas em pesquisa e desenvolvimento. A próxima variável mais relevante foi o custo de P&D. Dessa forma, observa-se que, dentro da base de dados utilizada, empresas de grande porte, com investimentos em P&D superiores a 1,58 bilhão de euros e custos de P&D (P&D/patentes registradas) superiores a 1,86 milhão de euros, têm maior probabilidade de serem farmacêuticas (nó 197).

Para as empresas de grande porte com gastos em P&D inferiores a 1,58 bilhão de euros, a próxima variável mais relevante é a receita líquida de vendas. Dessa forma, empresas de grande porte, com investimento em P&D inferior a 1,58 bilhão de euros, e superior a 48,94 milhões de euros, receita líquida de vendas inferior a 2,37 bilhões de euros, que investem mais em CAPEX do que em P&D e registraram menos de 183 patentes entre 2014 e 2016, têm maior probabilidade de serem farmacêuticas (nó 72).

Para as empresas de grande porte da amostra que investiram entre 48,94 milhões e 1,58 bilhão de euros em P&D, que auferiram menos que 2,37 bilhões de receita líquida de vendas e investiram mais em P&D do que em CAPEX, se seu investimento em CAPEX foi superior a 97,66 milhões, há uma maior probabilidade de serem empresas farmacêuticas (nó 89). Ainda, se seu investimento em CAPEX for *inferior* a 97,66 milhões e elas tiverem registrado mais de 48 *trademarks* entre 2014 e 2016, há uma maior probabilidade de serem empresas farmacêuticas (nó 91).

Para as empresas de grande porte da amostra que investiram entre 317,6 milhões e 1,58 bilhão de euros em P&D, que auferiram menos que 2,37 bilhões de receita líquida de vendas, investiram mais em P&D do que em CAPEX, investiram menos do que 97,66 milhões em CAPEX, registraram menos de 48 *trademarks* entre 2014 e 2016, se elas registraram menos do que 126 patentes no período entre 2014 e 2016, há uma maior probabilidade de serem empresas farmacêuticas (nó 95).

Por fim, o último nó da árvore que indica as características das empresas farmacêuticas aponta que, para empresas de grande porte, que investiram menos de 317,6 milhões de euros em P&D, que auferiram menos que 2,37 bilhões de receita líquida de vendas, investiram mais em P&D do que em CAPEX, registraram menos de 48 *trademarks* e menos de 126 patentes entre 2014 e 2016 e obtiveram lucro operacional superior a 46,73 milhões de euros, se elas investiram menos do que 41,06 milhões de euros em CAPEX em 2016, há uma maior probabilidade de serem empresas farmacêuticas (nó 112).

Um resumo do que foi apresentado pode ser encontrado no Quadro 7 e a estrutura da árvore obtida está apresentada na Figura 2.

Portanto, a estimação da árvore de classificação aponta que, dentro da amostra com as 2000 empresas que mais investiram em P&D, o setor farmacêutico se caracteriza por apresentar grande proporção de empresas de micro, pequeno e médio porte, sendo a variável de tamanho da empresa apontada como mais importante para a caracterização de empresas farmacêuticas frente a empresas de outros setores. Dentre as empresas de grande porte da amostra, observou-se que altos investimentos em P&D acompanhados de um elevado custo de P&D, um investimento maior em P&D do que em CAPEX, menores números de patentes registradas, maiores números de *trademarks* registrados e um menor investimento em CAPEX foram variáveis relevantes para caracterizar as empresas farmacêuticas.

Quadro 7 – Características observáveis das empresas do setor farmacêutico

Nó	Número de empresas farmacêuticas	Características das empresas
2	81	(CAT_EMP = MED ou PEQ ou MICRO)
72	25	(CAT_EMP = GRA) & (PD ≤ 1,58 bi) & (VENDAS ≤ 2,37 bi) & (PD > 48,94 mi) & (PD_CAPEX_DUMMY = 0) & (PAT_N ≤ 183)
89	11	(CAT_EMP = GRA) & (PD ≤ 1,58 bi) & (VENDAS ≤ 2,37 bi) & (PD > 48,94 mi) & (PD_CAPEX_DUMMY = 1) & (CAPEX > 97,66 mi)
91	10	(CAT_EMP = GRA) & (PD ≤ 1,58 bi) & (VENDAS ≤ 2,37 bi) & (PD > 48,94 mi) & (PD_CAPEX_DUMMY = 1) & (CAPEX ≤ 97,66 mi) & (TRMK_N > 48)
95	5	(CAT_EMP = GRA) & (PD ≤ 1,58 bi) & (VENDAS ≤ 2,37 bi) & (PD > 48,94 mi) & (PD_CAPEX_DUMMY = 1) & (CAPEX ≤ 97,66 mi) & (TRMK_N ≤ 48) & (PAT_N 126) & (PD > 317,9 mi)
112	19	(CAT_EMP = GRA) & (PD ≤ 1,58 bi) & (VENDAS ≤ 2,37 bi) & (PD > 48,94 mi) & (PD_CAPEX_DUMMY = 1) & (CAPEX ≤ 97,66 mi) & (TRMK_N ≤ 48) & (PAT_N ≤ 126) & (PD ≤ 317,9 mi) & (LUCRO_OP > 46,73 mi) & (CAPEX ≤ 41,06 mi)
197	22	(CAT_EMP = GRA) & (PD > 1,58 bi) & (PD_PAT > 1,86 mi)

Fonte: Elaboração própria.

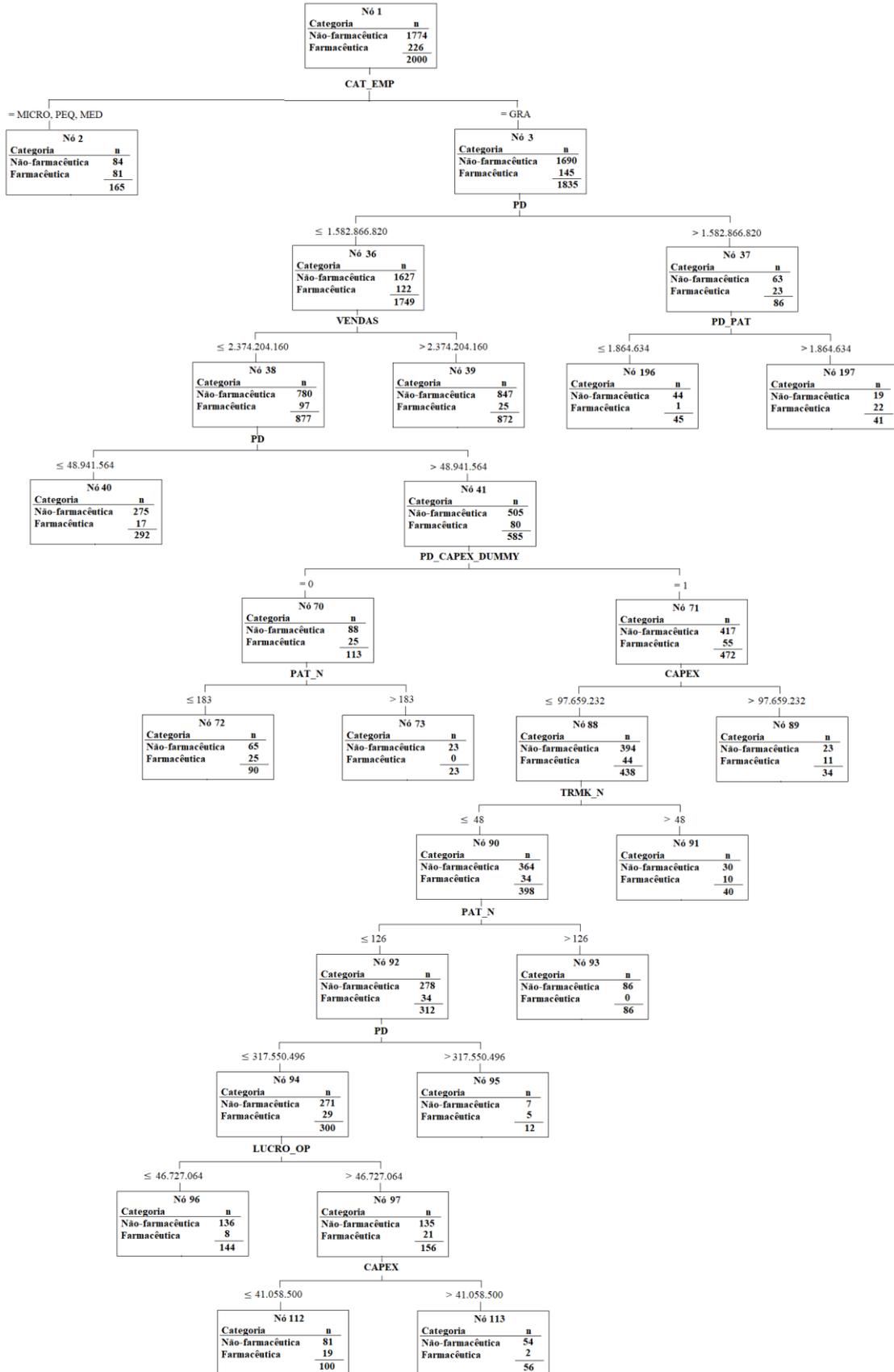


Figura 2 – Árvore de Classificação I
 Fonte: Elaboração própria.

4.2 Árvore 2: Características observáveis das empresas farmacêuticas com maiores lucros operacionais

Para a construção da Árvore 2, foram utilizadas como variáveis o gasto em P&D, a receita líquida de vendas, o gasto em CAPEX, o porte da empresa, o número de patentes registradas e o número de *trademarks* registrados. O Quadro 4, apresentado no segundo capítulo, descreve as características de cada uma das variáveis.

A escolha do melhor preditor é feita pelo algoritmo QUEST, de tal forma que na árvore constam somente as variáveis que foram significativas para caracterizar as empresas do setor farmacêutico com os maiores lucros operacionais segundo a análise aqui realizada. Das seis variáveis utilizadas, apenas a receita líquida de vendas não se mostrou estatisticamente significativa. A árvore selecionada foi a que apresentou, durante a validação cruzada (*cross-validation*), a menor estimativa de custo médio de má classificação. Assim, a árvore obtida possui 13 nós, sendo 7 deles nós terminais (folhas) e 4 desses nós terminais representam as características das empresas farmacêuticas com lucros operacionais acima da mediana. Cabe destacar que a árvore foi construída aceitando nós com no mínimo 5 observações e risco estimado de 10,18%.

Embora a base de dados seja balanceada, já que a variável categórica utilizada foi criada a partir do valor da mediana dos dados de lucro operacional das empresas farmacêuticas, a árvore com custos de má classificação simétricos⁵³ classificou erroneamente de vinte empresas, entre as 226. O risco da árvore foi de 8,85%. Entretanto, das vinte empresas que a árvore classificou de forma equivocada, 19 pertenciam à classe das empresas farmacêuticas que possuem lucro operacional abaixo da mediana dos dados de todas as empresas do mesmo setor ($Y=0$).

De acordo com Kannebley & Selan (2009), em dados balanceados, como é o caso da Árvore II, é importante buscar um equilíbrio na proporção de firmas classificadas erroneamente, pois o erro de classificação deve se dar de forma semelhante entre as duas categorias da variável dependente. Por esse motivo, estipulou-se custos de má classificação não-simétricos, buscando equilibrar o erro de classificação entre as duas categorias da variável

⁵³ Neste caso, a matriz custos de má classificação simétricos que estava sendo usada era a padrão do QUEST, isto é, a penalidade por errar a classificação, tanto para $Y=0$ quanto para $Y=1$, tinha peso 1. Caso a árvore acertasse a classificação, tanto para $Y=0$ quanto para $Y=1$, o peso era zero.

dependente, sem incorrer em aumentos substanciais do risco total da árvore. Buscando esse equilíbrio, chegou-se aos pesos de má classificação apresentados no Quadro 8.

Quadro 8 – Pesos utilizados para penalizar má classificação da Árvore II

Caso	Peso da penalidade
Classificar Y=0 como Y=0	0
Classificar Y=0 como Y=1	2
Classificar Y=1 como Y=1	0
Classificar Y=1 como Y=0	1

Fonte: Elaboração própria.

Com os pesos utilizados, o risco da árvore passou a ser de 10,18% e o erro de classificação das duas categorias da variável dependente se tornou mais equilibrado, como pode ser observado na Tabela 13. Além disso, as probabilidades *a priori* da classe 0 (empresas farmacêuticas com lucro operacional inferior à mediana) e da classe 1 (empresas farmacêuticas com lucro operacional superior à mediana) passam de 0,49558 e 0,50442 para 0,66272 e 0,33728.

Tabela 13 – Matriz de classificação

		Classe predita	
		0	1
Classe observada	0	101	11
	1	12	102

Fonte: Elaboração própria.

A estimação da árvore indica que a principal variável explicativa é o tamanho da empresa (variável categórica “CAT_EMP”). Esse resultado foi obtido a partir da primeira divisão da amostra de forma que micro, pequenas e médias empresas ficassem separadas das empresas de grande porte. Isso evidencia que, dentro da amostra, a probabilidade de uma empresa farmacêutica obter lucros maiores que a mediana de seu setor, dado que ela é de grande porte, é alta. De fato, entre as 226 empresas farmacêuticas em análise, 83 eram de menor porte (CAT_EMP = “MICRO”, “PEQ” e “MED”) e dessas, apenas 1 obteve lucro operacional pertencente aos dois quartis superiores (nó 3).

No ramo da árvore com as empresas de grande porte, a variável apontada como mais relevante para caracterizar as empresas do setor farmacêutico com maiores lucros operacionais foi o gasto em CAPEX. Essa variável aparece duas vezes seguidas. Na primeira, apontando que empresas farmacêuticas de grande porte, com gastos em CAPEX, no ano de 2016, acima de 315,15 milhões de euros, têm maior probabilidade de, dentro da amostra em estudo, obter lucros operacionais acima da mediana do setor (nó 5). Na segunda, da qual todos as outras folhas que indicam características das empresas farmacêuticas com maiores lucros operacionais descendem, apontando que empresas farmacêuticas de grande porte, com gastos em CAPEX, no ano de 2016, entre 23,76 e 315,15 milhões de euros, têm maior probabilidade de terem obtido lucros operacionais acima da mediana do setor.

A próxima variável indicada como mais relevante foi o número de *trademarks* registrados. Dessa forma, empresas farmacêuticas de grande porte, com gastos em CAPEX, no ano de 2016, entre 23,76 e 315,15 milhões de euros e com *menos* de 3 *trademarks* registrados entre 2014 e 2016, têm maior probabilidade de terem obtido lucros operacionais acima da mediana do setor (nó 16). Cabe ressaltar que 21 empresas farmacêuticas com lucros operacionais acima da mediana foram classificadas dessa forma.

Para as empresas farmacêuticas de grande porte, com gastos em CAPEX, no ano de 2016, entre 23,76 e 315,15 milhões de euros e com *mais* de 3 *trademarks* registrados entre 2014 e 2016, se essas empresas registraram mais de 86 patentes entre 2014 e 2016, há uma maior probabilidade de serem empresas farmacêuticas com lucro operacional acima da mediana do setor (nó 21). Obteve-se 16 empresas farmacêuticas com lucro operacional acima da mediana, neste nó terminal. Ainda, se seu registro de patentes for *inferior* a 86 patentes entre 2014 e 2016 e elas gastarem menos que 283,38 milhões de euros em 2016 em P&D, há uma maior probabilidade de serem empresas farmacêuticas com lucro operacional acima da mediana do setor (nó 22). Obteve-se 29 empresas farmacêuticas com lucro operacional acima da mediana, neste nó terminal. Um resumo desses resultados pode ser encontrado no Quadro 9 e a estrutura da árvore obtida está apresentada na Figura 3.

Portanto, a estimação da árvore de classificação apontou que, dentro da amostra com as 226 empresas farmacêuticas que pertencem à lista com as 2000 empresas que mais investiram em P&D entre 2013-2016, as empresas farmacêuticas com lucros operacionais pertencentes aos dois quartis superiores se caracterizam por serem empresas de grande porte e com gastos mais elevados em CAPEX. Além disso, a árvore apontou que os ativos intangíveis

de posse das empresas farmacêuticas também são relevantes para que elas obtenham maiores lucros operacionais. Entretanto, não são mais relevantes que o porte da empresa e seus gastos em CAPEX.

Quadro 9 – Características observáveis das empresas do setor farmacêutico com maiores lucros operacionais

Nó	Número de empresas com lucro superior à mediana	Características das empresas
5	36	(CAT_EMP = GRA) & (CAPEX > 315,15 mi)
16	21	(CAT_EMP = GRA) & (CAPEX ≤ 315,15 mi) & (CAPEX > 23,76 mi) & (TRMK_N ≤ 3)
21	16	(CAT_EMP = GRA) & (CAPEX ≤ 315,15 mi) & (CAPEX > 23,76 mi) & (TRMK_N > 3) & (PAT_N > 86)
22	29	(CAT_EMP = GRA) & (CAPEX ≤ 315,15 mi) & (CAPEX > 23,76 mi) & (TRMK_N > 3) & (PAT_N ≤ 86) & (PD ≤ 283,38 mi)

Fonte: Elaboração própria.

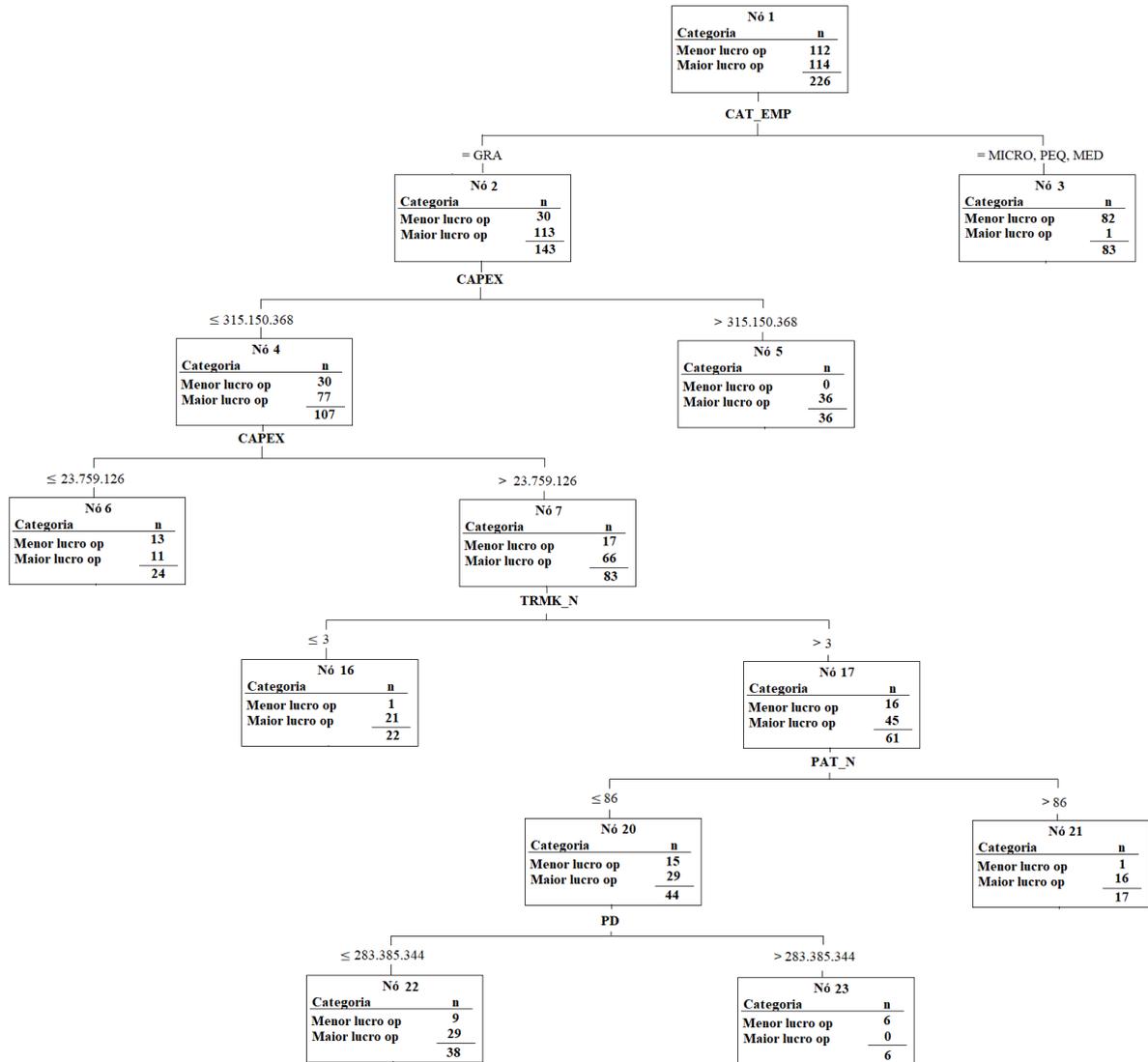


Figura 3 – Árvore de Classificação II
 Fonte: Elaboração própria.

5. COMENTÁRIOS FINAIS

O investimento em ativos intangíveis tem se tornado cada vez mais uma variável-chave para os processos de concorrência e de acumulação das corporações, sendo um fator crítico na produção e exploração dos ativos tangíveis. O sucesso competitivo requer, portanto, grande capacidade de desenvolver, gerir, capturar, controlar e explorar o fluxo de conhecimento e de ativos intangíveis, como destaca a teoria das capacitações dinâmicas. O setor farmacêutico não só se insere nessa lógica, como é fortemente dependente do uso de intangíveis, tanto pelas suas características estruturais, quanto pela sua base altamente *science-intensive*. Dessa forma, os ativos intangíveis são ainda mais importantes para as estratégias de crescimento e acumulação das empresas farmacêuticas.

Embora as empresas farmacêuticas invistam fortemente em P&D, a maior parte dos medicamentos patenteados, produzidos e comercializados por empresas farmacêuticas teve contribuição de pesquisas desenvolvidas e/ou financiadas pelo setor público. Em geral, as Big Pharmas delegam ao setor público os estágios iniciais de desenvolvimento de novos compostos, dado que este é o estágio mais incerto e custoso do desenvolvimento de um novo produto. Assim, a estratégia das empresas farmacêuticas passou a ser investir nos compostos que foram apontados como promissores pela pesquisa pública, entrando, portanto, em uma fase mais segura do desenvolvimento desses produtos. Em outras palavras, acertando o *timing* de entrada no processo de pesquisa e desenvolvimento de um composto que pode se mostrar promissor.

Algo semelhante ocorre também em relação às pequenas empresas de biotecnologias, que costumam ser adquiridas por Big Pharmas após desenvolverem algum composto promissor, poupando as grandes empresas dos custos e dos riscos das primeiras etapas de desenvolvimento de novos produtos. Ocorre ainda, no setor farmacêutico, o processo de terceirização do P&D, em que Big Pharmas estabelecem parcerias com pequenas empresas focadas em P&D especializado. Assim, a grande empresa terceiriza o risco do investimento inovativo para a empresa parceira e se torna capaz de construir um portfólio mais diversificado de projetos inovativos, advindos de diversas fontes, a um custo e risco muito mais baixos.

O registro de patentes contribui para a estratégia competitiva das empresas farmacêuticas principalmente por dois caminhos. Primeiro, busca-se patentes estratégicas que, mais do que proteger inovações, visam cercar determinadas áreas tendo em vista o bloqueio de

concorrentes. Isso se dá, sobretudo, com a expansão do domínio da patenteabilidade, em que se passa a patentear o conhecimento por trás dos produtos, isto é, as descobertas e ferramentas utilizadas no processo de desenvolvimento e não mais somente o produto final. Com isso, as grandes firmas farmacêuticas visam manter suas posições oligopolísticas e aumentar o tempo de proteção garantido pelas patentes. Em segundo lugar, boa parte do investimento em P&D tem sido destinada à criação de *me-too drugs*, medicamentos muito similares aos que já estão no mercado, mas suficientemente diferentes em sua formulação para se submeterem a pedidos de extensão de patentes. Com isso, as farmacêuticas visam estender o monopólio legal que as patentes garantem aos seus produtos de forma menos custosa, dado que é um investimento mais seguro, mas que também evidencia que tanto o gasto em P&D, quanto o registro de patentes não são, necessariamente, uma *proxy* do grau de inovação de um setor como o farmacêutico.

Em outras palavras, um maior número de patentes sendo registradas no setor farmacêutico e maiores gastos em P&D não representam, necessariamente, um maior número de medicamentos inovativos sendo desenvolvidos e comercializados pelas empresas farmacêuticas. Na verdade, o registro de patentes, que busca estender o monopólio legal sobre seus produtos e bloquear concorrentes, faz parte da estratégia de acumulação das empresas farmacêuticas e pode, inclusive, diminuir o grau de inovação do setor.

Em relação aos *trademarks*, eles têm sido usados de forma ativa pelas empresas do setor farmacêutico e são parte importante da estratégia de acumulação dessas empresas. A estratégia consiste em, através de elevados e estratégicos gastos em marketing para a criação de marcas fortes, gerar o reconhecimento e a fidelização de consumidores. Uma marca forte contribui para o processo de acumulação da empresa ao gerar lucros operacionais maiores e mais consistentes ao longo do tempo porque a marca possibilita, através da fidelidade criada com o consumidor, que a empresa pratique margens de lucro mais elevadas e fique menos vulnerável às ações de marketing da concorrência, sobretudo para os produtos sem a proteção de patentes.

O investimento em P&D, as patentes e os *trademarks* são elementos importantes para a estratégia das empresas farmacêuticas, mas cada um destes ativos intangíveis tem destaque em fases diversas da vida de um medicamento. As atividades de P&D são mais importantes no início do ciclo de vida de um fármaco, com o desenvolvimento da ideia inicial para a comercialização. Com o término do desenvolvimento, as patentes ganham relevância e contribuem para a sua proteção. Por fim, com a comercialização do medicamento, a importância

relativa dos *trademarks* e dos gastos estratégicos em marketing se eleva conforme o produto passa a ser conhecido e reconhecido no mercado. Com a criação de uma marca forte, os *trademarks* podem até mesmo gerar uma sobrevida ao produto, mantendo a fidelidade dos consumidores mesmo depois de aparecerem opções com menores preços no mercado, devido ao fim da vigência da patente e o consequente surgimento dos genéricos.

Os resultados apontados pela Árvore I comprovaram a hipótese de pesquisa de que a posse de ativos intangíveis está entre as características que melhor descrevem as empresas farmacêuticas altamente intensivas em P&D frente a empresas de outros setores também intensivos em P&D. Observou-se que o investimento em P&D foi a segunda variável mais relevante para caracterizar as farmacêuticas, o que evidencia como essa é uma variável central para as empresas farmacêuticas. A terceira variável apontada como mais relevante também diz respeito à posse de intangíveis: o custo do P&D (relação entre o gasto total em P&D e o número de patentes registradas). As empresas farmacêuticas se caracterizam, portanto, por investirem em maiores montantes de P&D por patente registrada. A Árvore I também mostrou que as empresas farmacêuticas se caracterizam por estarem entre as empresas da amostra que mais registram *trademarks*, evidenciando a importância desse ativo para a estratégia dessas empresas. As patentes também aparecem como variável relevante para caracterizar as farmacêuticas, mas indo de encontro com o que foi observado na análise descritiva dos dados, as empresas farmacêuticas se caracterizam por não serem as que mais registram patentes na amostra, ficando bem atrás de empresas de setores como o de Fabricação de componentes eletrônicos, Fabricação de eletrônicos de consumo e Fabricação de veículos motorizados, o que se deve ao fato de diferentes setores terem diferentes propensões a patentear, devido às características estruturais dos mesmos.

Ademais, o setor farmacêutico chama atenção por possuir uma estratégia tanto tecnológica, representada pelos elevados gastos em P&D e pelo uso ativo de patentes para a proteção de suas inovações, quanto mercadológica, representada pelos elevados investimentos na criação de *trademarks* e na divulgação de suas marcas e produtos por meio de altos gastos em marketing. Em geral, devido a características internas, cada setor costuma focar mais destacadamente em uma dessas estratégias. A única exceção para além do setor farmacêutico na amostra analisada, foi o setor de Fabricação de componentes eletrônicos e componentes eletrônicos de consumo.

Além disso, a Árvore I também apontou que, dentro da amostra com as 2000 empresas que mais investiram em P&D, o setor farmacêutico se caracteriza por apresentar grande proporção de empresas de micro, pequeno e médio porte, sendo a variável de tamanho da empresa apontada como a mais importante para a caracterização de empresas farmacêuticas frente a empresas de outros setores. Portanto, a presença de grande número de empresas de pequeno porte altamente intensivas em P&D é uma característica distintiva do setor farmacêutico. Conforme discutido no primeiro capítulo do trabalho, isso se deve principalmente ao forte processo de terceirização do P&D, em que pequenas empresas altamente intensivas em pesquisa e desenvolvimento atuam como parceiras e intermediárias chave no processo de inovação do setor. Ademais, as empresas farmacêuticas também se destacam por investirem mais em P&D do que em CAPEX e por investirem menos em CAPEX que as empresas dos demais setores.

Os resultados apontados pela Árvore II indicam que os gastos em P&D e o registro de patentes e *trademarks* são variáveis relevantes para caracterizar as empresas farmacêuticas com maiores lucros operacionais, ou seja, eles têm papel ativo no processo de acumulação do setor conforme se supunha na hipótese do trabalho. Entretanto, a Árvore II indicou que embora essas sejam variáveis relevantes, as empresas farmacêuticas com os maiores lucros operacionais não são necessariamente as empresas que investem mais em P&D e registram mais patentes e *trademarks*. De fato, a árvore indicou que o gasto em P&D aparece como variável relevante, mas não são as empresas que mais investem em P&D que apresentam os maiores lucros operacionais. Esse resultado condiz com o que Spitz & Wickham (2012) apontaram em seu trabalho. Para os autores, os investimentos em P&D não garantem elevados lucros no setor farmacêutico, na verdade, os lucros do setor são muito mais explicados pelo poder oligopolista dessas empresas e pelos altos preços cobrados por seus produtos.

Em relação às patentes e os *trademarks* registrados pelas empresas farmacêuticas, ambas as variáveis aparecem como relevantes na caracterização das empresas farmacêuticas com lucros operacionais nos dois quartis superiores. Entretanto, a Árvore II indicou que as empresas farmacêuticas da amostra com lucros superiores à mediana podem ter registrado mais ou menos patentes (16 e 29 empresas, respectivamente) e mais ou menos *trademarks* (45 e 21 empresas, respectivamente) em relação às empresas com lucros operacionais menores que a mediana do setor. Dessa forma, o uso *estratégico* dos ativos intangíveis é muito mais importante para a consolidação e manutenção do poder oligopolista dessas empresas do que o volume de

ativos intangíveis de posse delas. Em outras palavras, são (i) a escolha do melhor momento para entrar no desenvolvimento de uma fórmula promissora desenvolvida pela pesquisa pública e/ou por pequenas empresas de biotecnologia; (ii) o patenteamento estratégico que busca bloquear concorrentes e expandir o período de monopólio legal das patentes já concedidas; e (iii) a utilização acertada e estratégica do marketing para a criação de marcas fortes que irão garantir a manutenção do poder oligopolista, os altos lucros e a possibilidade de cobrar elevados preços.

Além disso, a Árvore II também apontou que, dentro da amostra, a probabilidade de uma empresa farmacêutica obter lucros maiores que a mediana do seu setor, dado que ela é de grande porte, é alta. Ademais, maiores gastos em CAPEX também é uma variável relevante para caracterizar as empresas farmacêuticas da amostra com maiores lucros operacionais. É possível que esse resultado tenha sido observado pelo algoritmo da árvore devido ao fato de as empresas mais lucrativas do setor serem grandes corporações, não só com grande número de funcionários, mas plantas em diversos países, o que explica maiores investimentos em CAPEX caracterizarem as empresas mais lucrativas do setor. Essas empresas se diferenciam das pequenas empresas focadas em pesquisa e desenvolvimento do setor, que se destacam por realizarem altíssimos gastos em P&D, serem de menor porte, investirem pouco em CAPEX e, na maioria das vezes, apresentarem lucros operacionais negativos.

Portanto, conclui-se que as empresas farmacêuticas da amostra analisada se destacam das empresas dos demais setores por terem grande proporção de empresas de portes menores, por investirem mais em P&D, possuírem as patentes mais caras, isto é, um maior custo do P&D, registrarem mais *trademarks* e investirem menos em CAPEX. Evidenciando que a posse de ativos intangíveis é uma característica marcante do setor. Além disso, observou-se que as empresas farmacêuticas que apresentam os maiores lucros operacionais não são necessariamente as que investem mais em P&D e/ou registram mais patentes e *trademarks*, embora essas sejam variáveis relevantes para a sua caracterização. O processo de acumulação do setor farmacêutico está mais relacionado ao uso estratégico destes ativos do que à simples posse destes. Em outras palavras, a posse de ativos intangíveis é condição necessária, mas não suficiente para o processo de acumulação dessas empresas. A estratégia (a forma como se utilizará esses ativos) é crucial para reforçar posições oligopolísticas, de tal forma que posse e uso de intangíveis se reforcem no processo de acumulação dessas empresas.

BIBLIOGRAFIA

ACHILLADELIS, B., ANTONAKIS, A., CINES, M. **The dynamics of technological innovation:** The case of the chemical industry. *Research Policy*, n. 19, p. 1-34, 1990.

ACHILLADELIS, B., ANTONAKIS, A. **The dynamics of technological innovation:** the case of the pharmaceutical industry. *Research Policy*, n. 30, p. 535-588, 2001.

ADAMS, C., BRANTNER, V. **Estimating the cost of new drug development: is it really \$802 million?** *Health Affairs* vol. 25, pp. 420–428, 2006.

ADAMS, C., BRANTNER, V. **Spending on new drug development.** *Health Economics*, Vol. 19 (2), pp. 130–141, 2010.

AMOROSO, S., ARISTODEMOU, L., CRISCUOLO, C., DECHEZLEPRÊTRE, A., DERNIS, H., GRASSANO, N., MOUSSIEGT, L., NAPOLITANO, L., NAWA, D., SQUICCIARINI, M., TÜBKE, A. **World Corporate Top R&D investors:** Paving the way for climate neutrality. A joint JRC and OECD report. EUR 30884 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2021.

ANGELL, M. **The truth about the drug companies:** how they deceive us and what to do about it. New York: Random House, 2005.

ANTOÑANZAS, F., JUÁREZ-CASTELLÓ, C., RODRÍGUEZ-IBEAS, R. **Pharmaceutical Patents, R&D incentives and access to new drugs:** new ways of progress at the crossroad. *The European Journal of Health Economics*, Vol. 12, No. 5, pp. 393-395, 2011.

ARGENTON, J. L. **Árvore de regressão para dados censurados e correlacionados.** Dissertação (Mestrado em Estatística) - Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil, 2013.

AUGIER, M., TEECE, D. J. **Dynamic Capabilities and Multinational Enterprise:** Penrosean Insights and Omissions. *MIR: Management International Review*, Vol. 47, No. 2, Edith Penrose and the Future of the Multinational Enterprise, pp. 175-192, 2007.

BAIN, J. **Barriers to new competition.** Cambridge, MA, Harvard University Press, 1956.

- BARNEY, J., WRIGHT, M., KETCHEN Jr, D. J. **The resource-based view of the firm: Ten years after 1991.** *Journal of Management*, 27, pp. 625–641, 2001.
- BARTH, M. E., CLEMENT, M. B., FOSTER, G., KASZNIK, R. **Brand Values and Capital Market Valuation.** *Review of Accounting Studies*, 3(1-2), pp. 41-68, 1998.
- BASTOS, V. D. **Inovação farmacêutica: padrão setorial e perspectivas para o caso brasileiro.** Rio de Janeiro: BNDES Setorial. BNDES. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2005.
- BLACKETT, T., HARRISON, T. **Brand Medicine: Use and Future Potential of branding in pharmaceutical markets.** *International Journal of Medical Marketing*, Vol. 2, pp. 33-49, 2001.
- BLUME-KOHOUT, M. E., SOOD, N. **Market Size and Innovation: Effects of Medicare Part D on Pharmaceutical Research and Development.** *Journal of Public Economics*, No. 97, pp. 327-36, 2013.
- BREIMAN, L., FRIEDMAN, J., OLSHEN, R., STONE, C. **Classification and Regression Trees.** Chapman & Hall/CRC, Washington, DC, 1984.
- BUSFIELD, J. **Globalization and the pharmaceutical industry revisited.** *International Journal of Health Services*, Vol. 33, No. 3, pp. 581-605, 2003.
- CAPANEMA, L. X. L. **A indústria farmacêutica brasileira e a atuação do BNDES.** Rio de Janeiro: BNDES Setorial, 2006.
- CARRICK, J. **From Penrose to Complementary Assets: The Evolution of the Resource-Based Literature.** *Journal of Management Policy and Practice*, vol. 14(3), 2013.
- CASTALDI, C., DOSSO, M. **From R&D to Market: using trademarks to capture the market capability of top R&D investors.** Paper proposal for the IPSDM 2018 conference, 2018.
- CAVES, R. E. **International Corporations: The Industrial Economics of Foreign Investment.** *Economica*, New Series, Vol. 38, No. 149, pp. 1-27, 1971.
- CAVES, R. E., PORTER, M. E. **From Entry Barriers to Mobility Barriers: Conjectural Decisions and Contrived Deterrence to New Competition.** *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 91, No. 2, pp. 241-262, 1977.

CHANDLER, A. D. **Scale and Scope: the dynamics of industrial capitalism.** Cambridge: Harvard University Press, 1990.

CHUDNOVSKY, D. **Patents and Trademarks in Pharmaceuticals.** World Development, Vol. 11, No. 3, pp. 187-193, 1983.

CLEARY, E., BEIERLEIN, J., KHANAJA, N., MCNAMEE, L., LEDLEY, F. **Contribution of NIH funding to new drug approvals 2010-2016.** PNAS March 6, vol. 115 (10), pp. 2329-2334, 2018.

COCKBURN, I. M. **The Changing Structure of the Pharmaceutical Industry.** Health Affairs, vol. 23, No. 1, 2004.

Congressional Budget Office. **Research and Development in the Pharmaceutical Industry.** Nonpartisan Analysis for the U.S. Congress, 2021. Disponível em: <https://www.cbo.gov/publication/57126>. Acesso em: 01 dez. de 2021.

CORRADO, C. A., HULTEN, C., SICHEL, D. **Measuring Capital and Technology: An Expanded Framework.** In: Measuring Capital in the New Economy, University of Chicago Press, 2005.

CORRADO, C. A., HULTEN, C., SICHEL, D. **Intangible Capital and U.S. Economic Growth.** Review of Income and Wealth. Series 55, no 9, pp. 661-685, 2009.

CORRADO, C. A., HAO, J. X. **Brands as Productive Assets: Concepts, Measurement and Global Trends.** WIPO: Economic Research Working Paper no. 12, 2013.

DIERKS, R. M. L., BRUYÈRE, O., REGINSTER, J-Y. **Critical Analysis of Valuation and Strategical Orientation of Merger and Acquisition Deals in the Pharmaceutical Industry.** Expert Review of Pharmacoeconomics & Outcomes Research, 2018.

DIMASI, J., HANSEN, R., GRABOWSKI, H. **The price of innovation: new estimates of drug development costs.** Journal of Health Economics, Vol. 22 (2), pp. 151-185, 2003.

DIMASI, J., GRABOWSKI, H. **The cost of biopharmaceutical R&D: is biotech different?** Managerial & Decision Economics vol. 28, pp. 285-291, 2007.

DIMASI, J., GRABOWSKI, H., HANSEN, R. **Innovation in the pharmaceutical industry: New estimates of R&D costs.** Journal of Health Economics vol. 47, pp. 20-33, 2016.

DURAND, C., MILBERG, W. **Intellectual monopoly in global value chains,** Review of International Political Economy, 2019.

EISENHARDT, K. M., MARTIN, J. A. **Dynamic capabilities: what are they?** Strategic management journal, pp. 1105-1121, 2000.

EUSÉBIO, G. **Determinantes do acesso ao crédito rural:** um estudo a partir do levantamento das unidades produtivas agropecuárias (LUPA) do Estado de São Paulo. Dissertação (mestrado em Economia), Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP, Brasil, 2011.

EUSTACE, C. The Intangible Economy: Overview of PRISM Research Findings. In: BIANCHI, P., LABORY, S. (eds.). **The Economic Importance of Intangible Assets.** Routledge, London, 2004.

FAN, G., GRAY, J. B. **Regression Tree Analysis Using TARGET.** Journal of Computational and Graphical Statistics , Vol. 14, No. 1, pp.206-218, 2005.

FELDMAN, R., LOBO, F. **Competition in prescription drug markets:** the roles of trademarks, advertising, and generic names. The European Journal of Health Economics, Vol. 14, No. 4, pp. 667-675, 2013.

FERNANDEZ, R., KLINGE, T, J. **The Financialisation of Big Pharma:** Private Gains we can ill afford. Amsterdã: SOMO, 2020.

FIDELINO, J. R. **IP for Business:** The Fall and Rise of Pharma Brand Names, WIPO Mag., 2008.

FUMAGALLI, A., GIULIANI, A., LUCARELLI, S., VERCELLONE, C. **Cognitive Capitalism Welfare and Labour:** The Commonfare Hypothesis. Routledge, Nova York, 2019.

GADELHA, C. A. G. **Biotecnologia em Saúde:** Um Estudo da Mudança Tecnológica na Indústria Farmacêutica e das Perspectivas de seu Desenvolvimento no Brasil. Dissertação (Mestrado em Economia) - Instituto de Economia, UNICAMP. Campinas, 1990.

GADELHA, C. A. G. **Estudo da competitividade de cadeias integradas no Brasil: impactos das zonas livres de comércio** (Cadeia: Complexo da Saúde). Campinas: IE/NEIT/Unicamp/MCT-Finep/MDIC, (Nota Técnica Final), 2002.

GANUZA, J-J., LLOBET, G., DOMÍNGUEZ, B. **R&D in the Pharmaceutical Industry: A World of Small Innovations**. *Management Science*, Vol. 55, No. 4, pp. 539-551, 2009.

GILBERT, J., HENSKE, P. SINGH, A. **Rebuilding big pharma's business model**. *InVivo*, Vol. 21 (10), pp. 1–10, 2003.

GIULIANI, M., BRÄNNSTRÖN, D. **Defining goodwill: a practice perspective**. *Journal of Financial Reporting and Accounting*, 2011.

GRABOWSKI, H. G., VERNON, J. M. The Determinants of Pharmaceutical Research and Development expenditures. In: MUELLER, D. C., CANTNER, U. (eds.). **Capitalism and Democracy in the 21st Century**. Proceedings of the International Joseph A. Schumpeter Society Conference, Vienna 1998 "Capitalism and Socialism in the 21 st Century", pp. 207-222, 2001.

HAIR, J. F. **Análise multivariada de dados**. 6. ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2009.

HALASZ, T. **The Game of the Name: shortcomings in the dual-agency review of drug trademarks and remedial cure**. *Administrative Law Review*, Vol. 64, No. 1, pp. 235-263, 2012.

HASKEL, J., WESTLAKE, S. **Capitalism without Capital: The Rise of the Intangible Economy**. Princeton University Press, 2017.

HERNÁNDEZ, H., GRASSANO, N., TÜBKE, A., AMOROSO, S., CSEFALVAY, Z., GKOTSIS, P. **The 2019 EU Industrial R&D Investment Scoreboard**; EUR 30002 EN; Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2019.

HOTHORN, T., HORNIK, K., ZEILEIS, A. **Unbiased recursive partitioning: a conditional inference framework**. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 15, pp. 651–674, 2006.

HOWELLS, J., GAGLIARDI, D., MALICK, K. **The Growth and Management of R&D Outsourcing: Evidence from UK Pharmaceuticals**. *R&D Management* 38, 2, 2008.

HULTEN, C. R. **Decoding Microsoft: Intangible Capital as a Source of Company Growth**. NBER, Working Paper. No. 15799, 2010.

I-MAK. **Overpatented, Overpriced:** how excessive pharmaceutical patenting is extending monopolies and driving up drug prices. I-MAK report, 2018. Disponível em: <<http://www.imak.org/wp-content/uploads/2018/08/I-MAK-Overpatented-Overpriced-Report.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2021.

JOHNSON, L. T., PETRONE, K. R. **Is goodwill an asset?**, Accounting Horizons, Vol. 12 No. 3, pp. 293-303, 1998.

KANNEBLEY, S., SELAN, B. **Atividade Inovativa nas Empresas Paulistas:** um estudo a partir da PAEP – 2001. Revista Brasileira de Inovação, Campinas, SP, v. 6, n. 1, pp. 123–152, 2009.

KASS, G. (1980). **An exploratory technique for investigating large quantities of categorical data.** Applied Statistics, 29, pp. 119–127, 1980.

KAYO, E. **A estrutura de capital e o risco das empresas tangível e intangível-intensivas:** uma contribuição ao estudo da valoração de empresas. Tese (Doutorado em Administração) - Departamento de Administração da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2002.

KAYO, E. K., KIMURA, H., MARTIN, D. M. L., NAKAMURA, W. T. **Ativos Intangíveis, Ciclo de Vida e Criação de Valor.** RAC, v. 10, n. 3, pp. 73-90, 2006.

KELLER, K. L. **Strategic Brand Management:** building, measuring, and managing brand equity. New Jersey: Prentice Hall, 1998.

KHAZABI, M., QUYEN, N. V. **The Search for New Drugs:** a theory of R&D in the pharmaceutical industry. Journal of Economic Studies, Vol. 44 No. 5, pp. 690-726, 2017.

KPMG. **M&A Predictor,** 2017. Disponível em: <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/xx/pdf/2017/04/global-manda-deals.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2021.

KIM, H., LOH, W. **Classification trees with unbiased multiway splits.** Journal of the American Statistical Association, 96, pp. 589–604, 2001.

KIM, H., Loh, W. **Classification trees with bivariate linear discriminant node models.** Journal of Computational and Graphical Statistics, 12, pp. 512–530, 2003.

KORNIS, G., BRAGA, M., DE PAULA, P. **Transformações recentes da indústria farmacêutica: um exame da experiência mundial e brasileira no século XXI.** Physis Revista de Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, No. 24, pp. 885-908, 2014.

LAKDAWALLA, D. **Economics of the Pharmaceutical Industry.** Journal of Economic Literature, JUNE 2018, Vol. 56, No. 2, pp. 397-449, 2018.

LAZONICK, W. **Buybacks: From Basics to Politics.** AIR Special Report, The Academic-Industry Research Network, August 1, 2015.

LAZONICK, W., HOPKINS, M., JACOBSON, K., SAKINÇ, M. E.; TULUM, Ö. **US Pharma's Financialized Business Model.** Institute for New Economic Thinking, working paper No. 60, JULY, 2017.

LEDLEY, F. D., MCCOY, S. S., VAUGHAN, G., CLEARY, E. G. **Profitability of Large Pharmaceutical Companies Compared with Other Large Public Companies.** JAMA, No. 323(9), pp. 834-843, 2020.

LINFORD, J. **A Linguistic Justification for Protecting Generic Trademarks.** Yale J. Law Technol, No. 17, pp. 110-170, 2015.

LIST, F. **National system of political economy.** Philadelphia, PA: JB Lippincott & Company, 1856.

LÖBACH, B. **Design Industrial: Bases para a configuração dos produtos industriais.** 1ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.

LOH, W. **Regression trees with unbiased variable selection and interaction detection.** Statistica Sinica, 12, pp. 361–386, 2002.

LOH, W. (2014). **Fifty years of classification and regression trees (with discussion).** International Statistical Review, 34, pp. 329–370, 2014.

LOH, W., SHIH, Y. **Split selection methods for classification trees.** Statistica Sinica, October 1997, Vol. 7, No. 4, pp. 815-840, 1997.

- LOH, W., VANICHSETAKUL, N. *Tree-structured classification via generalized discriminant analysis (with discussion)*. Journal of the American Statistical Association, 83, pp. 715–728, 1988.
- LU, H., XU, Y., YE, M. YAN, K., GAO, Z., JIN, Q. **Learning misclassification costs for imbalanced classification on gene expression data**. 2018 International Conference on Intelligent Computing (ICIC 2018) and Intelligent Computing and Biomedical Informatics (ICBI), 2018.
- MAZZUCATO, M. **The Value of Everything: Making and Taking in the Global Economy**. Penguin, 2018.
- MAZZUCATO, M., ROY, V. **Rethinking Value in Health Innovation: from mystifications towards prescriptions**. Journal of Economic Policy Reform, v. 22, n. 2, pp. 101-119, 2019.
- MESSENGER, R. C., MANDELL, M. L. **A model Search Technique for Predictive Nominal Scale Multivariate Analysis**. Journal of the American Statistical Association, 67, 340, 1972.
- MESTRE-FERRANDIZ, J., SUSSEX, J., TOWSE, A. **The R&D Cost of a New Medicine**. Office of Health Economics, London, UK, 2012.
- MORGAN, J. N., SONQUIST, J. A. **Problems in the Analysis of Survey Data and a Proposal**. Journal of the American Statistical Association, 58, 302, 1963.
- MORTON, F. S., KYLE, M. Markets for Pharmaceutical Products. In: PAULY, M., MCGUIRE, T., BARROS, P. P. (eds.). **Handbook of Health Economics**. North Holland: Elsevier, pp. 763-825, 2012.
- NELSON, R. R., WINTER, S.G. **An Evolutionary Theory of Economic Change**. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press, 1982.
- NONAKA, H. Key features of innovation in the pharmaceutical industry. In:_____. (org.) **FTO (Freedom to Operate) in the Pharmaceutical Industry**. pp. 12-15, 2018.
- PAUL, S. M., MYTELKA, D. S., DUNWIDDIE, C. T., PERSINGER, C. C., MUNOS, B. H., LINDBORG, S. R., SCHACHT, A. L. **How to improve R&D productivity: the pharmaceutical industry's grand challenge**. Nature Reviews Drug Discovery, Vol. 9 (3), pp. 203–214, 2010.

PAGANO, U. **The Crisis of Intellectual Monopoly Capitalism**. Cambridge Journal of Economics, 2014.

Perspectivas do investimento em saúde. GADELHA, C. A. G. (coord.); MALDONADO, J.; VARGAS, M.; BARBOSA, P. R. Relatório final do estudo do sistema produtivo de saúde, integrante da pesquisa “Perspectivas do Investimento no Brasil”, realizada pelo Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro e pelo Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas. Rio de Janeiro: UFRJ, 2008/2009.

PHRMA. **2016 biopharmaceutical research industry profile**. Pharmaceutical Research and Manufacturers of America. Washington, DC: PhRMA, 2016.

PMPRB. **Annual Report 2019**. The Patented Medicine Prices Review Board. Canadá, 2019. Disponível em: <https://www.canada.ca/content/dam/pmprb-cepmb/documents/reports-and-studies/annual-report/2019/pmprb-ar-2019-en.pdf>. Acesso em: 03 dez. de 2021.

PEDRO, D. L. **Ativo Intangível e Valor de Mercado**: evidências entre as empresas brasileiras de capital aberto. Monografia (Graduação em Economia) - Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2019.

PENROSE, E. **Limits to the Growth and Size of Firms**. The American Economic Review, Vol. 45, No. 2, Papers and Proceedings of the Sixty-seventh Annual Meeting of the American Economic Association, pp. 531-543, 1955.

PENROSE, E. **Foreign Investment and Growth of the Firm**. The Economic Journal, Vol. 66, No. 262, pp. 220-235, 1956.

PENROSE, E. **The theory of the growth of the firm**. Oxford: Oxford University Press, 1959.

PIACHAUD, B. **Outsourcing R&D in the Pharmaceutical Industry**: From Conceptualisation to Implementation of the Strategic Sourcing Process. Palgrave Macmillan, Nova York, 2004.

RAMELLO, G. B. **What’s in a sign?** Trademark law and economic theory. Journal of Economic Surveys, No. 20(4), pp. 547-565, 2006.

REITZIG, M. **Strategic Management of Intellectual Property**. Sloan Management Review Spring, pp. 35-40, 2004.

ROSENTHAL, M. B., BERNDT, E. R., DONOHUE, J. M., EPSTEIN, A. M., FRANK, R. G. Demand Effects of Recent Changes in Prescription Drug Promotion. In: CUTLER, D. M., GARBER, A. M. (eds.). **Frontiers in Health Policy Research**, vol. 6. MIT Press, 2003.

SCHERER, F. **The Link Between Gross Profitability and Pharmaceutical R&D Spending**. Health Affairs, 20, n°5, pp. 216-220, 2001.

SCHERER, F. M. **A Note on Global Welfare in Pharmaceutical Patenting**. World Economy, No. 27(7), pp. 1127–1142, 2004.

SCHMALENSEE, R. **Entry deterrence in the ready-to-eat breakfast cereal market**. Bell Journal of Economics, Vol. 9(2), pp. 305-327, 1978

SERFATI, C. **Financial dimensions of transnational corporations, global value chain and technological innovation**. Journal of Innovation Economics, n°2. Vol. 2, 2008.

SPITZ, J., WICKHAM, M. **Pharmaceutical High Profits: The Value of R&D, or Oligopolistic Rents?** The American Journal of Economics and Sociology, Vol. 71, No. 1, pp. 1-36, 2012.

SRIVASTAVA, R. K. **The Role of Brand Equity on Mergers and Acquisitions in the Pharmaceutical Industry: When do firms learn from their merger and acquisition experience?** Journal of Strategy and Management, Vol. 5 No. 3, 2012, pp. 266-283, 2012.

TAAFE, P. **Outsourcing in the Pharmaceutical Industry**. Financial Times Health and Healthcare Publishing, London, 1996.

TARABUSI, C. C., VICKERY, G. **Globalization in the Pharmaceutical Industry, Part I**. International Journal of Health Services, Vol. 28, No. 1, pp. 67-105, 1998.

TEECE, D. J. **The Dynamics of Industrial Capitalism: Perspectives on Alfred Chandler's Scale and Scope**. Journal of Economic Literature, Vol. 31, No. 1, pp. 199-225, 1993.

TEECE, D. J., PISANO, G., SHUEN, A. **Dynamic Capabilities and Strategic Management**. Strategic Management Journal, Vol. 18:7, pp. 509-533, 1997.

TEECE, D. J. **Dynamic Capabilities and Strategic Management**. New York: Oxford University Press, 2009.

TEECE, D. J. **A Dynamic capabilities-based entrepreneurial theory of the multinational enterprise.** *Journal of International Business Studies*, Vol. 45, No. 1, PartSpecial Issue: The Theory of International Business, pp. 8-37, 2014.

TEECE, D. J. Intangible Assets and a Theory of Heterogeneous Firms. In: BOUNFOUR, A., MIYAGAWA, T. (eds.). **Intangibles, Market Failure and Innovation Performance.** Springer International Publishing, Switzerland, pp. 217-239, 2016.

WERNERFELT, B. **A Resource-Based View of the Firm.** *Strategic Management Journal*, Vol. 5, No. 2., pp. 171-180, 1984.

WIPO. *World Intellectual Property Report 2017: Intangible capital in global value chains.* Geneva: World Intellectual Property Organization, 2017.