

Características das Empresas Inovadoras no Brasil: Uma análise empírica a partir da PINTEC

Introdução

O objetivo deste artigo é analisar as características das empresas inovadoras. Esta análise é conduzida a partir das informações constantes na PINTEC – 2000 (Pesquisa de Inovação Tecnológica realizada pelo IBGE -2000). A PINTEC é a maior pesquisa de âmbito nacional sobre inovação tecnológica de produtos e processos realizada para a indústria brasileira. Seu universo corresponde a 72 mil empresas industriais com 10 ou mais pessoas ocupadas e o período da pesquisa corresponde aos anos de 1998 a 2000.

A literatura empírica sobre os fatores determinantes das atividades inovativas das empresas está bastante desenvolvida. As resenhas de Cohen e Levin (1989), Cohen (1995) e Kumar e Siddhartan (1997) apresentam diversos argumentos teóricos e resultados obtidos em testes empíricos sobre este tema para países desenvolvidos e em desenvolvimento. Usualmente a realização de atividades inovativas, ou a intensidade com que são realizadas, é explicada pelas características das firmas, das estruturas de mercados, pela variação interindustrial, pelas condições de apropriabilidade e de demanda. Na literatura empírica nacional alguns trabalhos se propuseram a realizar semelhante tarefa, como são exemplo os trabalhos de Macedo e Albuquerque (1999), Quadros *et alii* (2001), Andreassi e Sbragia (2002), e Sbragia *et alii* (2002), entre outros. No entanto, para a indústria nacional como um todo essa é primeira vez que tal trabalho é realizado. Destaca-se aqui a importância de tal feito na medida que contribui tanto para o avanço nas pesquisas sobre mudança e inovação tecnológica, como também auxilia na formulação de políticas destinadas à promoção do progresso técnico no país.

Num primeiro momento, a análise foca a inovação de uma forma geral, sem diferenciá-la quanto à forma (processo ou produto) ou alcance (para o mercado ou apenas para a empresa). Posteriormente, seleciona-se o conjunto das empresas inovadoras e, então, analisa-se separadamente as características das empresas inovadoras em processo e inovadoras em produto. Para cada um destes subconjuntos, busca-se identificar as características representativas das empresas inovadoras para o mercado, em contraposição àquelas inovadoras apenas para a empresa. Para a realização desses objetivos empregou-se o procedimento estatístico não paramétrico de árvores de classificação e regressão.

O trabalho é composto, além dessa introdução, de mais quatro seções. Na primeira seção é apresentada a base de dados da PINTEC e realizada uma análise descritiva das informações relativas às características das empresas. Na segunda seção são apresentadas as noções gerais sobre o procedimento estatístico utilizado. A terceira seção descreve os resultados obtidos, indicando as características das empresas que melhor explicam a inovação de forma geral e em seguida os resultados sobre inovação para o mercado em processo e em produto. Por fim, na última seção são tecidas algumas considerações finais sobre a análise realizada.

1. Fonte de Dados e Análise Descritiva das Informações

A análise empírica do artigo foi realizada a partir dos microdados da Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC), do IBGE. Trata-se de uma pesquisa de âmbito nacional, cujas informações cobrem o período de 1998 a 2000. Seu objetivo “*é a construção de indicadores nacionais das atividades de inovação tecnológica nas empresas industriais brasileiras, compatíveis com as recomendações internacionais em termos conceituais e metodológicos*” (IBGE, 2002, p.12). A amostra é composta por um conjunto 10.658 empresas, cujos resultados foram expandidos para um

universo de 72005 empresas industriais¹. . Nesse trabalho as empresas foram caracterizadas segundo seu tamanho (número de empregados), sua origem de capital, sua orientação exportadora e estrutura societária. Adicionalmente são identificadas segundo seu setor ou divisão industrial de atuação. Todas estas informações estão disponíveis na PINTEC, com exceção daquela relativa à orientação exportadora, que é fornecida pela SECEX. A construção das variáveis empíricas, bem como as transformações utilizadas para a condução das estimações estatísticas são descritas com mais detalhes na tabela 1 e 2 abaixo.

Usualmente a realização de atividades inovativas, ou a intensidade com que são realizadas, é explicada em razão das características das firmas, das estruturas de mercados, da variação interindustrial, das condições de apropriabilidade e de demanda. A literatura econômica associa positivamente o tamanho à atividade inovativa em razão da maior possibilidade de acesso ao crédito, ou autofinanciamento, dessas atividades, ganhos de escala e escopo para a constituição de departamentos de Pesquisa e Desenvolvimento. A origem do capital importa na determinação do esforço tecnológico da empresa na medida em que está relacionado à forma de posicionamento competitivo que as empresas estrangeiras assumem em um país doméstico. As empresas multinacionais são detentoras de um conjunto de ativos intangíveis, como marcas internacionalmente reconhecidas, acesso cativo à tecnologia e capacitações gerenciais e organizacionais. Em razão disso é possível que a estratégia competitiva da empresa multinacional em um país local seja uma estratégia de rivalidade não baseada em preços. Essa estratégia de rivalidade não baseada em preços estaria apoiada em gastos de marketing, controle de qualidade e desenvolvimento de produtos, além de um conjunto de serviços ao consumidor. De acordo com esse arcabouço competitivo é possível se conceber uma relação positiva entre a execução de atividades tecnológicas e a natureza estrangeira do capital. Esta relação deve ser mais forte em atividades relacionadas ao desenvolvimento e/ou adaptação de produtos ao mercado doméstico. Com relação à orientação exportadora acredita-se que a exposição à competição do mercado internacional incentive a firma a investir em atividades inovativas. Isso seria feito no intuito de atender à demanda mais exigente e as pressões competitivas mais intensas enfrentadas no mercado internacional. Argumenta-se também que as exportações, ao ampliarem os mercados das firmas, aumentam os retornos da atividade inovativa na medida em que diluem seus custos. Em conjunção a essas características, também é passível de ser determinante na ocorrência de atividade o fato da empresa pertencer a um grupo empresarial, nacional ou estrangeiro. É possível se justificar essa relação em razão do possível acesso a fontes de financiamento internas ao grupo, participação nas estratégias de desenvolvimento do grupo ou ainda a própria identificação dessa característica com a natureza estrangeira do capital da empresa. Por fim, usualmente verifica-se uma diferença interindustrial no grau em que as indústrias se engajam em atividades inovativas. Os argumentos que tentam explicar essas diferenças estão na maior parte, relacionados às diferentes oportunidades de progresso tecnológico que as indústrias percebem, mas também em análises *cross-section* como aqui realizada podem estar associadas às pressões de demanda do setor.

¹ De acordo com as informações da PIA-IBGE (Pesquisa Industrial Anual) em relação à população de empresas com cinco ou mais pessoas ocupadas, este corte representa cerca 60% do número de empresas, 94% do número de pessoas ocupadas e 98% do valor da transformação industrial.

Tabela 1 - Variáveis Dependentes

Variável	Variável Empírica	Transformações
Não Inova/Inova	Combinação das Respostas às variáveis 07, 08, 09 e 10 do questionário.	Catagórica 0 = Não Inova 1 = Inova
Inova p/ a Empresa/Inova p/o Mercado (processo)	Combinação das Respostas às variáveis 09 e 10 do questionário.	Catagórica 0 = Inova apenas p/a Empresa 1 = Inova p/ o Mercado
Inova p/ a Empresa/Inova p/o Mercado (produto)	Combinação das Respostas às variáveis 07 e 08 do questionário.	Catagórica 0 = Inova apenas p/a Empresa 1 = Inova p/ o Mercado

Tabela 2 - Variáveis de Caracterização das Empresas

Variável	Variável Empírica	Transformações
Tamanho da Firma	Faixa de Pessoal Ocupado Total na Empresa Pessoal Ocupado Total na Empresa	Catagórica 1 = 10 a 29 2 = 30 a 49 3 = 50 a 99 4 = 100 a 249 5 = 250 a 499 6 = 500 ou mais logaritmo
Orientação Exportadora	Empresas Exportadoras – SECEX	Catagórica. 0 = Não Exporta 1 = Exporta Ocasionalmente 2 = Exporta Continuamente
Situação da Empresa	Combinação das Respostas às variáveis 02 e 03 do questionário.	Catagórica 1 = Independente 2 = Controladora 3 = Controlada 4 = Coligada
Origem do Capital Controlador	Variável 00 do questionário	Catagórica 0 = Nacional 1 = Estrangeiro 2 = Misto
Efeitos Setoriais	Classificações Segundo as Oportunidades Tecnológicas (OPORT1) Obtida por meio do cálculo:(staff graduado nos setor de P&D)/PO Intensidade do Fator de Produção (INTENS) (Moreira e Najberg (1998)) Categorias de Uso (CAT_USO) (classificação. IBGE)	Catagórica 1 = Baixa Oportunidade 2 = Média-Baixa Oportunidade 3 = Média Oportunidade 4 = Alta Oportunidade Catagórica 1 = Intens. em Capital e Tecnologia 2 = Intens.em Trabalho 3 = Intens. em Recursos Naturais Catagórica 1 = Bens de Capital 2 = Bens de Cons. Durável 3 = Bens de Cons. Não-Durável 4 = Bens Intermediários

A tabela 3 abaixo apresenta a distribuição das empresas, inovadoras e não-inovadoras, por faixas de tamanho, origem do capital, orientação exportadora e estrutura societária. A taxa de inovação na indústria brasileira, segundo os dados da PINTEC, entre 1998 e 2000, foi 31,5%. No entanto, é possível perceber, que para algumas categorias de empresas este percentual é significativamente maior. Em relação à distribuição por faixas de tamanho, por exemplo, é notória a relação crescente entre tamanho e ocorrência de inovação. Entre as micro e pequenas empresas representam apenas 25% e 38%, respectivamente, do total dessas empresas inovaram no período, enquanto que entre as grandes empresas esse percentual atingiu 76%. Em relação à origem do capital, predominam entre as inovadoras aquelas de capital estrangeiro (66%), seguidas por aquelas de capital misto (55%). Quando analisadas segundo a orientação exportadora, é possível perceber que as empresas que exportaram ocasionalmente e continuamente têm percentuais de empresas inovadoras de 47% e 58% respectivamente, contra apenas 27% para as empresas não exportadoras. Com relação à estrutura societária, as empresas inovadoras concentram-se nas categorias pertencentes a grupos empresariais.

Tabela 3: Distribuição das Empresas, Inovadoras e Não-Inovadoras, por faixas de tamanho, origem do capital, orientação exportadora e estrutura societária

Distribuição das empresas por...	Não Inova		Inova		Total
	Número	%	número	%	
Faixa de Tamanho					
Micro (até 19 empregados)	35.173	75	11.909	25	47.082
Pequena (20 a 99 empregados)	10.656	62	6.430	38	17.086
Média (100 a 499 empregados)	3.147	49	3.329	51	6.476
Grande (mais de 500 empregados)	332	24	1.029	76	1.361
Origem do Capital					
Nacional	48.537	69	21.353	31	69.890
Estrangeiro	569	34	1100	66	1.669
Misto	201	45	244	55	445
Orientação Exportadora²					
Não Exporta	43.709	73	16.407	27	60.116
Exportadoras Ocasionais	2825	53	2.473	47	5.298
Exportadoras Contínuas	2773	42	3.818	58	6.591
Estrutura Societária					
Independente	48.198	69	21.178	31	69.376
Controladora	167	40	254	60	421
Controlada	663	41	942	59	1.605
Coligada	279	46	323	54	602
Total	49.307	68	22.697	32	72.004

A tabela 4 classificou as empresas inovadoras e não-inovadora setorialmente. Três taxionomias foram utilizadas para esta classificação: i) segundo a intensidade do fator produtivo (Moreira e Najberg, 1998); ii) segundo as oportunidades tecnológicas do setor (calculadas a partir da razão entre o staff graduado no departamento de P&D e o número de pessoas ocupadas no setor) e iii) segundo a categoria de uso do bem produzido. Quanto à intensidade do fator de produção, são as empresas intensivas em capital e tecnologia as mais inovadoras - 40% -, contra 23% e 30% das empresas intensivas em recursos naturais e trabalho respectivamente. Quando classificadas segundo o grau de oportunidade tecnológica, verifica-se uma relação crescente entre a ocorrência de inovação e o grau de oportunidade tecnológica setorial. E, por fim, a distribuição setorial segundo a categoria de uso do bem, mostra que existe um percentual sensivelmente maior de empresas

² A partir dos dados de exportação, da SECEX, dos anos de 1998, 1999 e 2000, definiu-se a empresa como exportadora ocasional se em algum destes três anos ela apresentou valores positivos de exportação; e como exportadora contínua, se ela apresentou valores positivos de exportação nos três anos.

inovadoras apenas para o conjunto de setores produtores de bens de capital (41%), enquanto para as demais categorias de uso o percentual de empresas inovadoras situou-se aproximadamente em 30%.

Embora esta análise geral da inovação seja importante, as características que definem uma empresa como inovadora de processo ou de produto podem ser bastante diferentes. Por esta razão a avaliação destes dois tipos de inovação é realizada separadamente. Além disso, conforme destacado anteriormente, esta informação (inovadora de processo ou de produto) será combinada com o alcance da inovação, isto é, se foram inovações apenas para a empresa ou para o mercado ³.

Segundo a PINTEC, 18.160 empresas inovaram em processo (25% do total das empresas industriais e 80% do total de inovadoras), sendo que 16.160 inovaram em processo apenas para a empresa, enquanto que 2.001 empresas inovaram em processo para o mercado. Das 12.569 empresas que inovaram em produto (17% do total das empresas industriais e 55% do total de inovadoras), 9.684 inovaram em produto apenas para a empresa, enquanto que 2.975 inovaram em produto para o mercado⁴.

Tabela 4: Distribuição Setorial das Empresas Inovadoras e Não-Inovadoras

Distribuição das empresas segundo a...	Não Inova		Inova		Total
	número	%	número	%	
Intensidade do Fator de Produção					
Recursos Naturais	17.538	77	5.281	23	22.819
Trabalho	15.994	70	6.977	30	22.971
Capital	15.775	60	10.439	40	26.214
Oportunidade Tecnológica					
Baixa	43.021	71	17.499	29	60.520
Média	4.978	55	4.089	45	9.067
Média-Alta	1.033	56	826	44	1.859
Alta	276	49	283	51	559
Uso do Bem Final					
Bens de Capital	7.485	59	5.216	41	12.701
Consumo Durável	4.608	67	2.314	33	6.922
Cons. Não Durável	20.501	70	8.765	30	29.266
Intermediários	16.714	72	6.403	28	23.117
Total	49.308	68	22.698	32	72.006

Nos dois casos (processo e produto), também foi observada uma relação positiva entre tamanho e o percentual de empresas que inovaram para o mercado. No caso de processo, enquanto que, apenas 16% das micro e pequena empresas inovaram em processo para o mercado, 45,2 % das grandes empresas fizeram o mesmo. Já no caso de inovação em produto, enquanto que 40% das micro e pequenas empresas inovaram em produto para o mercado, 59% das grandes empresas inovaram em produto para o mercado.

As empresas nacionais, por sua vez, são em sua ampla maioria, inovadoras apenas para a empresa: 81% e 80%, em se tratando de inovação em processo e produto, respectivamente. Entre as empresas estrangeiras o percentual de inovação para o mercado é o maior quando considera-se a origem do capital como categoria de referência (48,5%, no caso de processo; e, 58,3%, no caso de produto).

O percentual de inovação para o mercado é maior para as empresas exportadoras relativamente às não exportadoras. Isto vale tanto se a análise é sobre inovação de processo quanto

³ As inovações são classificadas como inovações para a empresa, quando o produto ou processo for considerado inovação apenas para a empresa em questão, ou seja, já houver sido concebido por outra(s) empresa(s), mas não ainda por esta. Quando a inovação for classificada como sendo para o mercado, subentende-se que o produto ou processo ainda era desconhecido no mercado. Obviamente, toda inovação para o mercado não deixa de ser uma inovação também para a empresa e, neste caso, prevalece a inovação para o mercado.

⁴ Por questões relativas a espaço, as tabelas descritivas para processo e produto não são apresentadas no texto.

de produto. As empresas de caráter exportador contínuo destacam-se em inovar para o mercado, sendo 28% no caso de processo; 43%, no caso de produto.

Em relação à estrutura societária, nota-se uma pequena diferença em se tratando de processo e produto. No caso de processo, a taxa de inovação para o mercado é maior que a média da indústria (11%) para os grupos de empresas controladas (41,4%) e controladoras (35,3%). Porém, no caso de produto, tal taxa só não é maior que a média (23,5%) para o grupo de empresas independentes. A taxa de inovação de produto para o mercado é de 52,3 %, para as empresas controladas, 45,1% e 31,9% para as empresas controladoras e 31,9% para as empresas coligadas. Para as empresas independentes, a maioria esmagadora, em ambos os casos, inovaram apenas para a empresa (90%, no caso de processo; e, 80%, no caso de produto).

Não há diferenças sensíveis entre processo e produto para o mercado quando consideradas as diversas classificações setoriais. Destacam-se como setores inovadores para o mercado, nos dois casos, aqueles com grau médio-baixo, médio e alto de oportunidade tecnológica, os setores intensivos em capital e tecnologia e os produtores de bens intermediários.

Sendo assim, dessa primeira análise descritiva foi possível perceber que o tamanho, o caráter exportador e a origem estrangeira do capital são fatores importantes para definir uma empresa como inovadora. O percentual de empresas inovadoras também é crescente quando considerado o grau de oportunidade tecnológica do setor e também, ou ainda para os setores intensivos em capital e intermediário.

2. Metodologia de Análise Empírica

As estimativas a serem realizadas neste artigo buscam responder a três perguntas:

1ª) Quais são as características das empresas que melhor definem se uma empresa é inovadora ou é não-inovadora?

2ª) Quais são as características das empresas inovadoras que explicam a probabilidade da firma inovar em processo para o mercado *vis a vis* inovar em processo apenas para a empresa?

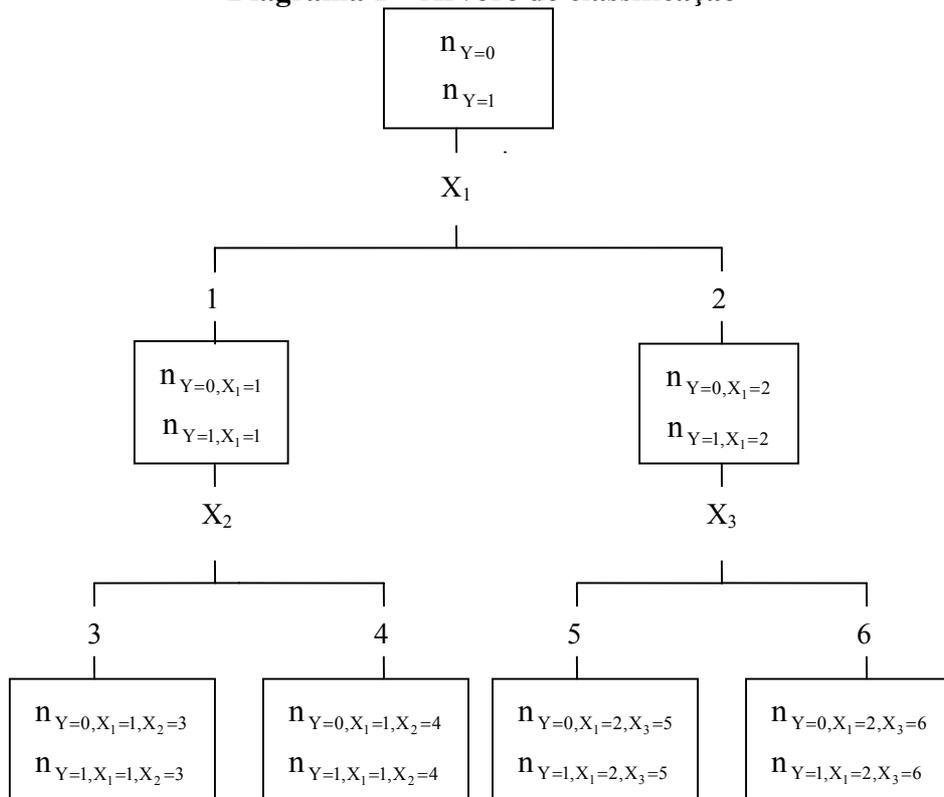
3ª) Quais são as características das empresas inovadoras que explicam a probabilidade da firma ser inovadora em produto para o mercado ou inovadora em produto apenas para a empresa?

Para a análise utiliza-se um instrumento estatístico relativamente pouco utilizado em trabalhos aplicados à essa área de pesquisa: ‘as árvores de classificação’. Uma árvore de classificação é uma regra para predição da classe de um objeto (variável dependente) a partir dos valores de suas variáveis explicativas. São procedimentos estatísticos não paramétricos, baseados em algoritmos de busca exaustiva. Os resultados apresentados são estruturas hierarquizadas e flexíveis que permitem a observação de distintas relações entre a variável dependente e diversos subconjuntos de variáveis explicativas. As metodologias mais populares são a CHAID (Chi-Square Automatic Iterated Detection) proposta por Kass (1980), a C&RT (Classification and Regression Tree), de Breiman *et. alii* (1984) e a QUEST (Quick, Unbiased, Efficient, Statistical Tree) proposta por Loh e Shih (1997).

O diagrama 1 ilustra uma árvore de partição binária com 3 níveis de classificação. A árvore é composta por ‘nós’. Desde o nó raiz ao nó final, existem outros ‘nós’, os quais formam os ramos de classificação. O nó raiz contém todas as informações da amostra e representa a variável dependente Y , com o número de observações para cada uma das duas categorias (0 e 1 no caso) ou classes. À medida que a árvore se expande, os dados são ramificados em subconjuntos mutuamente exclusivos. Esses subconjuntos são ramos da árvore. No nível seguinte da árvore, a amostra é dividida segundo o melhor preditor de Y , a variável explicativa X_1 . O nó 1 apresenta o subconjunto de informações de Y , classificada segundo uma regra do tipo $X_1 < c$, enquanto que o nó 2 classifica as informações de Y segundo a regra $X_1 \geq c$, em que c é um número ou categoria qualquer correspondente à variável X_1 . Esses nós 1 e 2 contém informações sobre as frequências da variável Y relacionados a cada subgrupo definido segundo as combinações $(Y, X_1 < c)$ e $(Y, X_1 \geq c)$. Os nós 1 e 2 são os ‘pais’ dos nós 3,4,5 e 6. Para o nó 1 o melhor preditor é a variável X_2 , enquanto que para o nó 2 o melhor preditor é a variável X_3 . Esses ‘nós filhos’, obtidos a partir da divisão segundo

os preditores X_2 e X_3 , contém informações sobre as frequências da variável Y relacionadas a cada subgrupo definido segundo as combinações (Y, X_1, X_2) e (Y, X_1, X_3) . Os últimos ‘nós’, por se encontrarem ao final da árvore, também são chamados de nós terminais.

Diagrama 1 – Árvore de classificação



A medida de capacidade, ou acurácia, preditiva de uma árvore é construída com base em uma matriz de classificação dada por:

	Valor Observado	
Valor Predito	Classe A	Classe B
Classe A	N_{AC}	N_{AM}
Classe B	N_{BM}	N_{BC}

em que:

N_{jC} é número de observações corretamente classificadas com $j = A, B$

N_{jM} é número de observações incorretamente classificadas com $j = A, B$

$N_j = N_{jC} + N_{jM}$ com $j = A, B$

Essa medida é igual a $1 - \text{Risco}$, em que o Risco (ou erro aparente) é dado por:

$$\text{RISCO} = R(T) = \left(\frac{N_{AM} + N_{BM}}{N_A + N_B} \right) * 100$$

Utilizou-se o método de estimação QUEST (Loh e Shih, 1997). Essa metodologia, além de permitir a partição binária dos nós (o que evita a extrema complexidade da análise), possibilita também a inserção de custos diferenciados de classificação para as categorias⁵ e a realização da redução da árvore (*podada*) baseado em uma relação benefício/custo⁶. As árvores de classificação

⁵ Os custos de má classificação podem ser simétricos ou não. O pesquisador pode atribuir uma penalidade maior para um determinado tipo de erro, por exemplo, classificar como não-inovadora, uma firma inovadora.

⁶ A complexidade de análise de árvore de classificação pode ser um fator de custo para o pesquisador. Assim à medida que a árvore se expande, por um lado produz o benefício de redução do risco, mas por outro lado traz um custo com o aumento de sua complexidade.

foram estimadas para cada uma das variáveis dependentes. Para dar robustez a análise, também foram realizadas estimativas via modelos *logit* e estão apresentadas no apêndice ⁷.

3. Resultados da análise com árvores de classificação

Esta seção está dividida em três subseções: na primeira, analisa-se o caso geral da inovação; na segunda, a inovação de processo para o mercado; e, na terceira, a inovação de produto para o mercado.

3.1 A Inovação em Geral

As tabelas 5 e 6 apresentam os sumários estatísticos das árvores 1 e 2. Essas árvores possuem custos simétricos de classificação, sendo a primeira de risco mínimo e a segunda reduzida de acordo com o critério de custo-complexidade. Como é possível perceber o risco estimado para essas árvores é igual a 0,29⁸. De acordo com a árvore 1 os nós terminais, em ordem decrescente, com maior percentual de empresas inovadoras são indicados pela coluna lucro nessas tabelas ⁹. O primeiro nó com maior percentual de empresas inovadoras corresponde à categoria de empresas exportadoras, com 100 ou mais empregados, com capital de origem estrangeira ou mista. O segundo nó é aquele correspondente às empresas exportadoras, com 250 ou mais empregados, de capital nacional. O terceiro nó com maior percentual é aquele de empresas exportadoras com mais de 19, e menos de 100, empregados (faixa de pequenas empresas) pertencentes a setores com grau de oportunidade tecnológica média-baixa, média e alta. O quarto nó em termos percentuais da presença de empresas inovadoras é aquele correspondente às empresas exportadoras nacionais, com menos de 250 empregados, pertencentes a setores intensivos em capital e tecnologia.

Por outro lado, analisando os últimos ‘nós’, em termos de poder de classificação, é possível obter informações sobre as características das empresas não inovadoras. Essas empresas estão representadas pelos nós correspondentes às empresas não-exportadoras, com menos de 50 empregados, pertencentes a setores de baixa ou de média-baixa oportunidade tecnológica, ou ainda aquelas empresas não exportadoras com 50 a 99 empregados pertencentes a setores produtores de bens de consumo durável. Também é interessante destacar a presença de um nó não-inovador no ramo de empresas exportadoras, correspondente a empresas atuantes em setores intensivos em recursos naturais, ou em trabalho, com 19 ou menos empregados.

A combinação da análise das árvores 1 e 2 mostra que, em termos hierárquicos, a principal variável classificadora das empresas é o fato dessas empresas serem ou não exportadoras, seguido pelo tamanho das empresas. Posteriormente a isso são também importantes os efeitos setoriais e a origem do capital¹⁰. Essas informações estão sintetizadas, principalmente, na árvore podada, visto que esta mostra o reduzido poder classificador das variáveis utilizadas para caracterizar as empresas inovadoras nos ‘nós’ filhos, do ramo das empresas não exportadoras.

⁷ O conjunto de variáveis explicativas é similar entre os modelos. Existem apenas duas diferenças: i) para a variável representativa do tamanho da empresa, no caso da árvore, trabalhou-se com faixas do total de pessoal ocupado, enquanto que no modelo *logit* trabalhou-se com o logaritmo do número de pessoas ocupadas; e, ii) os efeitos fixos setoriais, são captados, no caso das árvores, pelas três taxionomias de classificação dos setores definidas na tabela 2; já nos modelos *logit* foram utilizadas variáveis *dummies* correspondentes a cada setor.

⁸ Essa estimativa de erro é inferior à estimativa ingênua de 0,5 e também, ligeiramente inferior à estimativa de que todas as empresas são não-inovadoras.

⁹ É importante esclarecer que a árvore teria como objetivo a classificação estrita em cada nó. Ou seja, todas as informações, em cada um dos nós, deveriam ser de apenas uma das classes (Não-Inovadora ou Inovadora). Sendo assim, se, por exemplo, um nó da árvore contém um percentual da classe Inovadora superior a 50% esse nó está dizendo que mais provavelmente sob aquela partição esse nó representaria a classe de empresas inovadoras segundo classificação proposta pelo ramo ao qual este nó pertence. Dessa forma, a medida de risco do nó é a quantidade complementar ao percentual de empresas Inovadoras no nó. É nesse sentido que a tabela de lucros indica os nós em que o grau de homogeneidade é maior, significando que nesses nós a classificação é mais clara, e, portanto, menos sujeita a riscos.

¹⁰ Tais resultados são confirmados pelas estimativas do modelo *logit* (tabela A1).

Tabela 5: Sumário Estatístico da Árvore de Risco Mínimo (Árvore 1)

Nós	Frequência	Percentual	Lucro	Matriz de Classificação		
9	937	1,3	0,75	Valor Observado		
20	1.557	2,2	0,67	Valor Predito	Não Inova	Inova
18	1.327	1,9	0,62	Não Inova	45.641	17.338
29	973	1,4	0,56	Inova	3.473	5.031
28	950	1,3	0,53			
31	838	1,2	0,52	Risco	0,291132	
25	729	1,0	0,51			
14	416	0,6	0,51			
24	777	1,1	0,51			
30	919	1,3	0,45			
16	2.622	3,7	0,45			
13	2.532	3,5	0,44			
23	4.483	6,3	0,36			
27	131	0,2	0,35			
26	1.372	1,9	0,28			
21	50.195	70,2	0,25			
32	725	1,0	0,19			

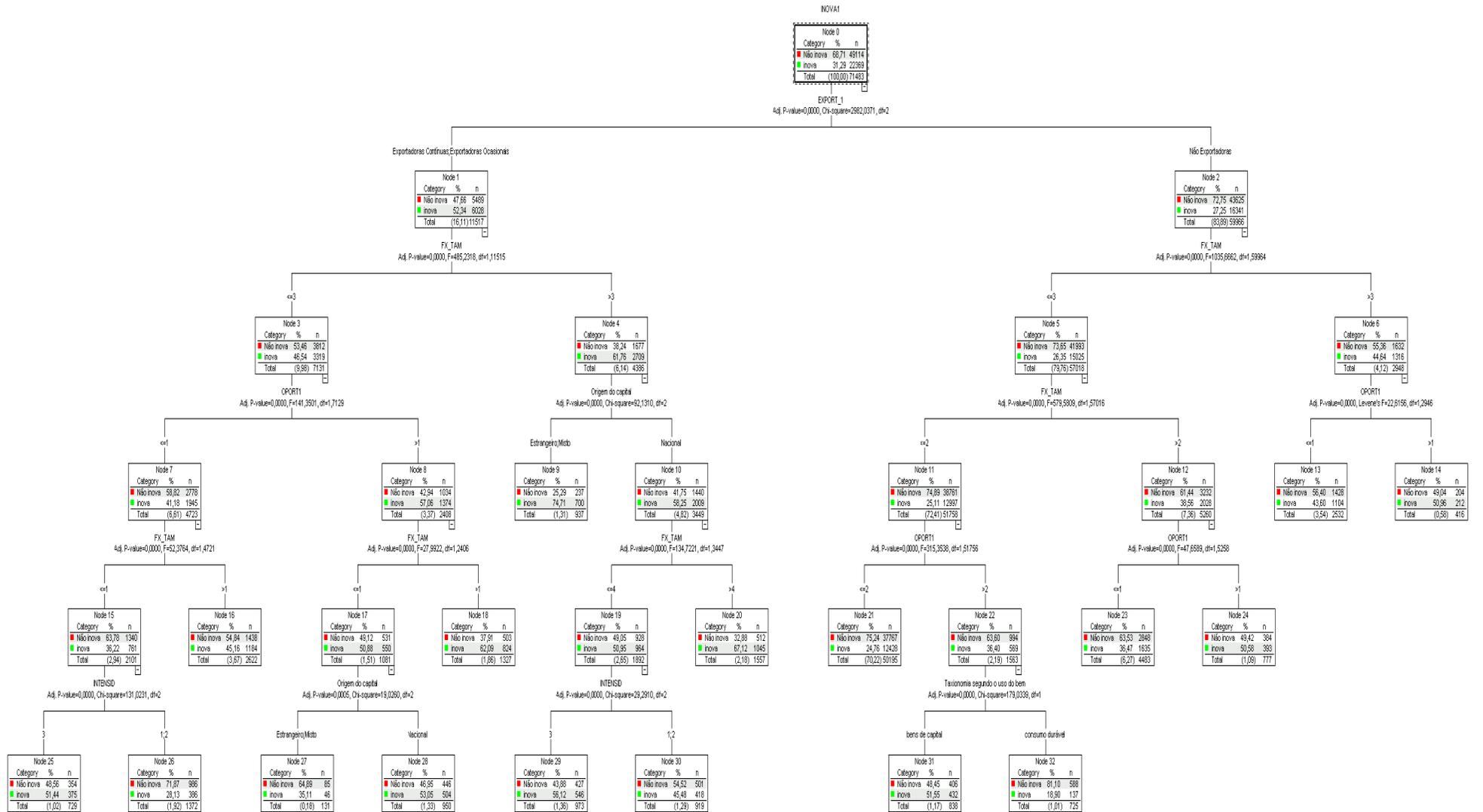
Tabela 6: Sumário Estatístico da Árvore Podada (Árvore 2)

Nós	Frequência	Percentual	Lucro	matriz de classificação		
7	937	1,3	0,91	Valor Observado		
10	1.557	2,2	0,73	Valor Predito	Não Inova	Inova
6	2.408	3,4	0,63	Não Inova	46.904	18.704
11	973	1,4	0,57	Inova	2.210	3.665
12	919	1,3	0,55			
5	4.723	6,6	0,45	Risco	0,292573	
2	59.966	83,9	0,30			

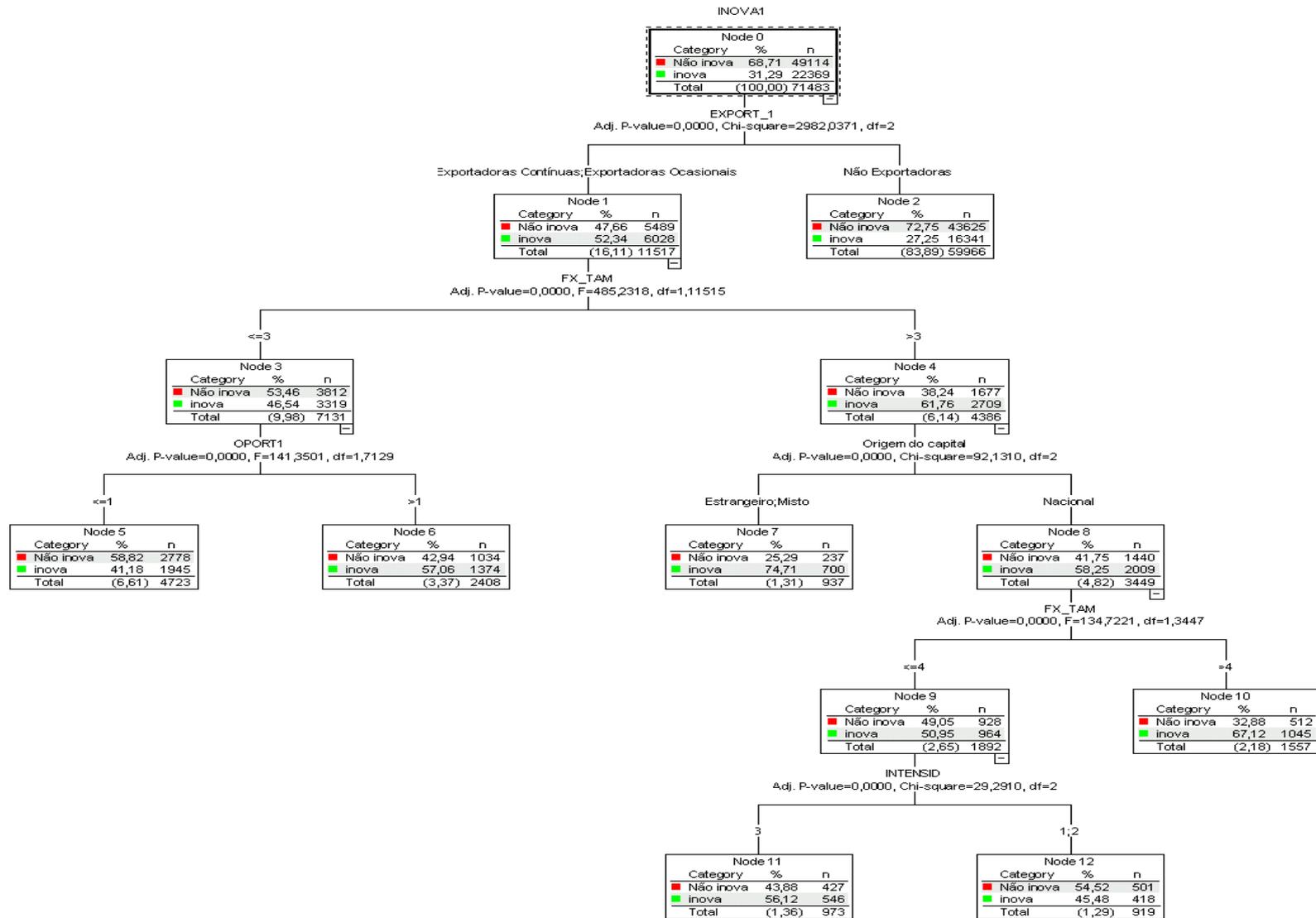
Árvores, com custos assimétricos de classificação, também foram estimadas¹¹. Na árvore em que se atribuiu uma penalidade maior para a classificação errônea de uma firma não-inovadora como inovadora, o modelo explorou o ramo inovador da árvore, no caso, a classe de empresas exportadoras. Em primeiro lugar, destaca-se a importância do caráter contínuo da atividade exportadora. Adicionalmente, a importância das empresas exportadoras contínuas, com mais de 250 empregados, na classificação como empresas inovadoras. O principal nó terminal inovador da árvore informa que 81,7 % das empresas exportadoras contínuas, com 500 ou mais empregados, realizaram inovações no período. Já para as empresas exportadoras contínuas, na faixa de 250 e 499 empregados, a probabilidade de inovar aumenta significativamente, caso estas pertençam a setores produtores de bens de capital. Já na árvore em que se atribuiu uma penalidade maior para a classificação errônea de uma firma inovadora como não inovadora, o modelo explorou o ramo não-inovador da árvore, no caso, a classe de não exportadoras. A informação básica que esta árvore produz é que no caso de empresas não exportadoras, o que importa para o auxílio na classificação de uma empresa como inovadora é o seu tamanho. Empresas com mais de 100 empregados possuem uma probabilidade maior de serem inovadoras. Estes resultados são confirmados pelas estimativas produzidas pelo modelo *logit* (tabela A1).

¹¹ Foram considerados custo igual a 2 para a má classificação de empresas inovadoras, como ao inovadoras e igual a 1 para a má classificação de empresas não inovadoras como inovadoras. Também foi realizada estimação com essa relação invertida. Novamente, por questões de espaço não foram apresentadas no texto.

Árvore 1: Inova Geral - Risco Mínimo - Custos Simétricos



Árvore 2: Inova Geral - Podada - Custos Simétricos



3.2. Inovação de Processo

As tabelas 7 e 8 apresentam os sumários estatísticos das árvores 3 e 4. Essas árvores possuem custos simétricos de classificação, sendo a primeira de risco mínimo e a segunda reduzida de acordo com o critério de custo-complexidade. O risco estimado para essas árvores é igual a $0,10^{12}$. Segundo as estimativas da árvore 3, os nós terminais, em ordem decrescente, com maior percentual de empresas inovadoras para o mercado são indicados pela coluna lucro nessas tabelas. Os dois com maiores percentuais de empresas inovadoras para o mercado correspondem às empresas de origem de capital estrangeiro, localizadas em setores produtores de bens intermediários. A distinção entre o primeiro e o segundo está relacionada à faixa de tamanho das empresas. Interessantemente, o nó com maior percentual corresponde às empresas com menos de 50 empregados, enquanto que o segundo nó corresponde a empresas com 500 ou mais empregados. Ou seja, as categorias de empresas mais inovadoras de processo para o mercado encontram-se nos pólos das faixas de tamanho. O terceiro nó com maior percentual de empresas inovadoras para o mercado é aquele correspondente às empresas exportadoras contínuas, estrangeiras, com 500 ou mais empregados, não produtoras de bens intermediários. Considerando a árvore reduzida 4 é possível perceber, de modo geral, as categorias que definem mais fortemente as empresas inovadoras para o mercado são a origem de capital e classificação setorial, segundo a categoria de uso dos bens. Secundariamente também são importantes a orientação exportadora e faixa de tamanho. Estes resultados são confirmados pelas estimativas produzidas pelo modelo *logit* (tabela A2).

Tabela 7: Sumário Estatístico da Árvore de Risco Mínimo (Árvore A3)

Nós	Frequência	Percentual	Lucro	matriz de classificação		
11	68	0,4	0,79	Valor Predito	Valor Observado	
14	100	0,6	0,70		Mercado	Empresa
16	124	0,7	0,64	Mercado	203	89
12	99	0,6	0,43	Empresa	1710	15863
15	179	1,0	0,41			
13	160	0,9	0,41	Risco	0,1007	
10	50	0,3	0,26			
6	188	1,1	0,23			
2	16.897	94,6	0,09			

Tabela 8: Sumário Estatístico da Árvore Podada (Árvore A4)

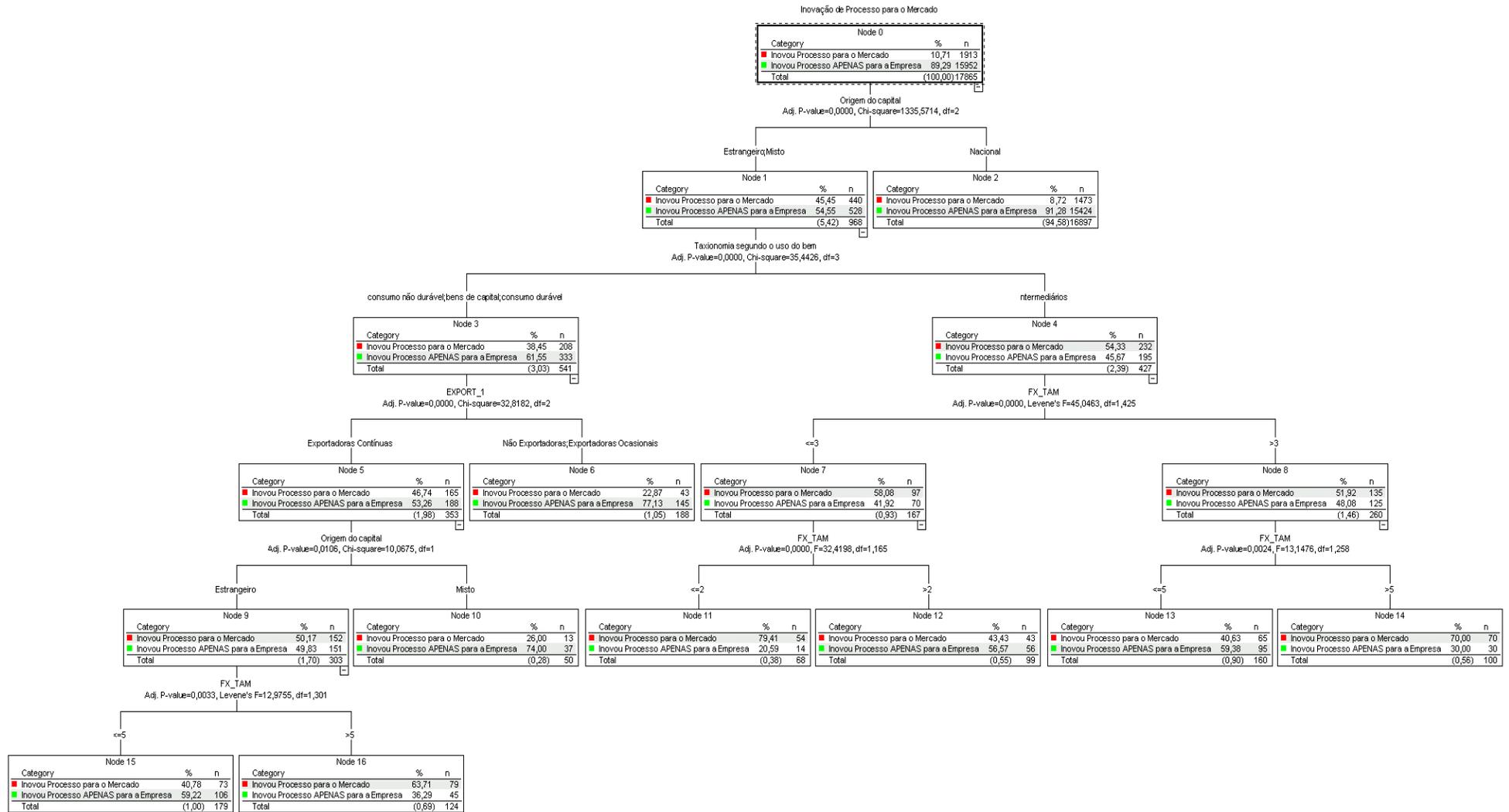
Nós	Frequência	Percentual	Lucro	matriz de classificação		
7	68	0,4	0,79	Valor Predito	Valor Observado	
10	100	0,6	0,70		Mercado	Empresa
8	99	0,6	0,43	Mercado	124	44
9	160	0,9	0,41	Empresa	1789	15908
3	541	3,0	0,38			
2	16.897	94,6	0,09	Risco	0,102603	

Já árvore estimada com custos assimétricos, com custos dobrados para a má classificação de empresas inovadoras para o mercado como inovadoras apenas para a empresa, destaca que as empresas nacionais, não exportadoras, controladas por grupos industriais e na faixa de tamanho de 49 ou menos empregados também podem ser classificadas como inovadoras de processo para o mercado¹³. Essa árvore apresenta também uma probabilidade superior a média de a empresa ser inovadora em processo para o mercado caso a mesma seja nacional, exportadora contínua e pertencente a grupo empresarial.

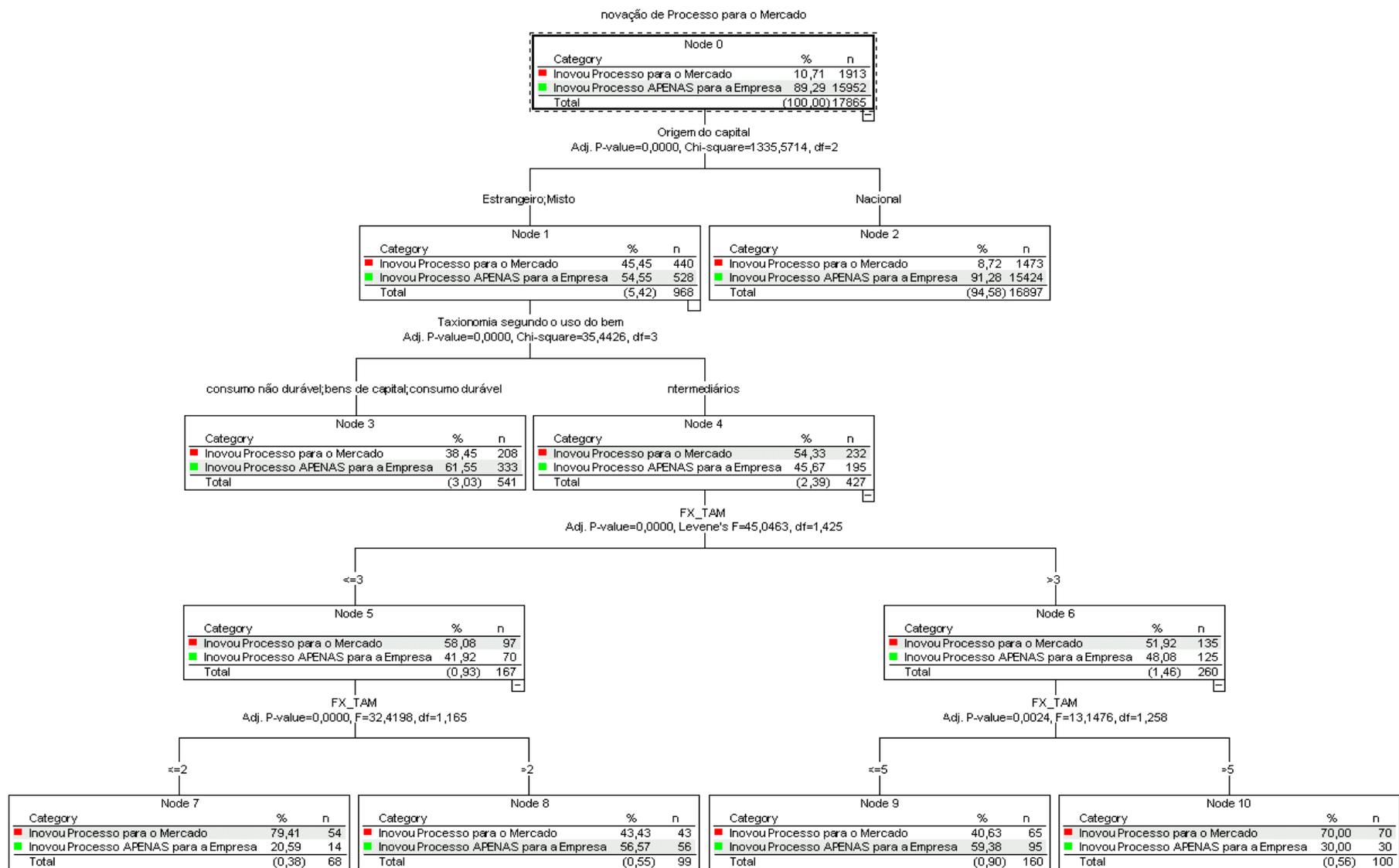
¹² De modo semelhante ao caso anterior, essa estimativa de erro é inferior à estimativa ingênua de 0,5 e também, ligeiramente inferior à estimativa de que todas as empresas são inovadoras apenas para as empresas.

¹³ Não apresentada aqui por questões de espaço.

Arvore 3: Inovação de Processo – Risco Mínimo – Custos Simétricos



Árvore 4: Inovação de Processo – Podada – Custos Simétricos



3.3. Inovação de Produto

Abaixo são apresentadas as estimações de árvores de classificação para a variável dependente inovação de produto para o mercado ou apenas para a empresa. Nas tabelas 9 e 10 são apresentados os sumários estatísticos das árvores de classificação 5 e 6, com risco mínimo e podada, com custos simétricos de classificação.

A árvore 5 destaca a importância do fato das empresas serem exportadoras para a definição de sua classificação como inovadoras de produto para o mercado. O nó mais homogêneo para essa classe de empresas corresponde àquele de empresas exportadoras contínuas e estrangeiras. O segundo nó em termos de classificação percentual é aquele para empresas exportadoras, nacionais, pertencentes a setores de média e alta oportunidade tecnológica, na faixa de tamanho de 50 a 99 empregados. Em terceiro lugar está o nó terminal para empresas não exportadoras, produtoras de bens de consumo e controladas por outra empresa. A árvore 6 ressalta como principais características classificadoras das empresas como inovadoras de produto para o mercado o fato de as mesmas serem exportadoras e terem capital estrangeiro ou misto. Novamente, as estimativas do modelo *logit* confirmam estes resultados (tabela A3).

Na árvore estimada com custos assimétricos para a má classificação de empresas inovadoras de produto para o mercado algumas classificações são dignas de nota. Com relação às empresas exportadoras de capital nacional, importa também na classificação dessa empresa como inovadora para o mercado o fato da mesma pertencer a setores de média-baixa, média ou alta oportunidades tecnológicas, ou então caso pertencentes a setores de baixa oportunidade, que sejam empresas com 500 ou mais empregados. Com relação às empresas não-exportadoras, aquelas produtoras de bens intermediários, ou de capital, com intersecção em setores de baixa e média-baixa oportunidades tecnológicas pertencentes a grupos empresariais também tem maior probabilidade de serem inovadoras de produto para o mercado. É interessante observar que no ramo de empresas não exportadoras, independentemente do setor de atuação, um fator distintivo que aumenta a probabilidade da empresa ser inovadora para o mercado é o de que a empresa faça parte de algum grupo empresarial.

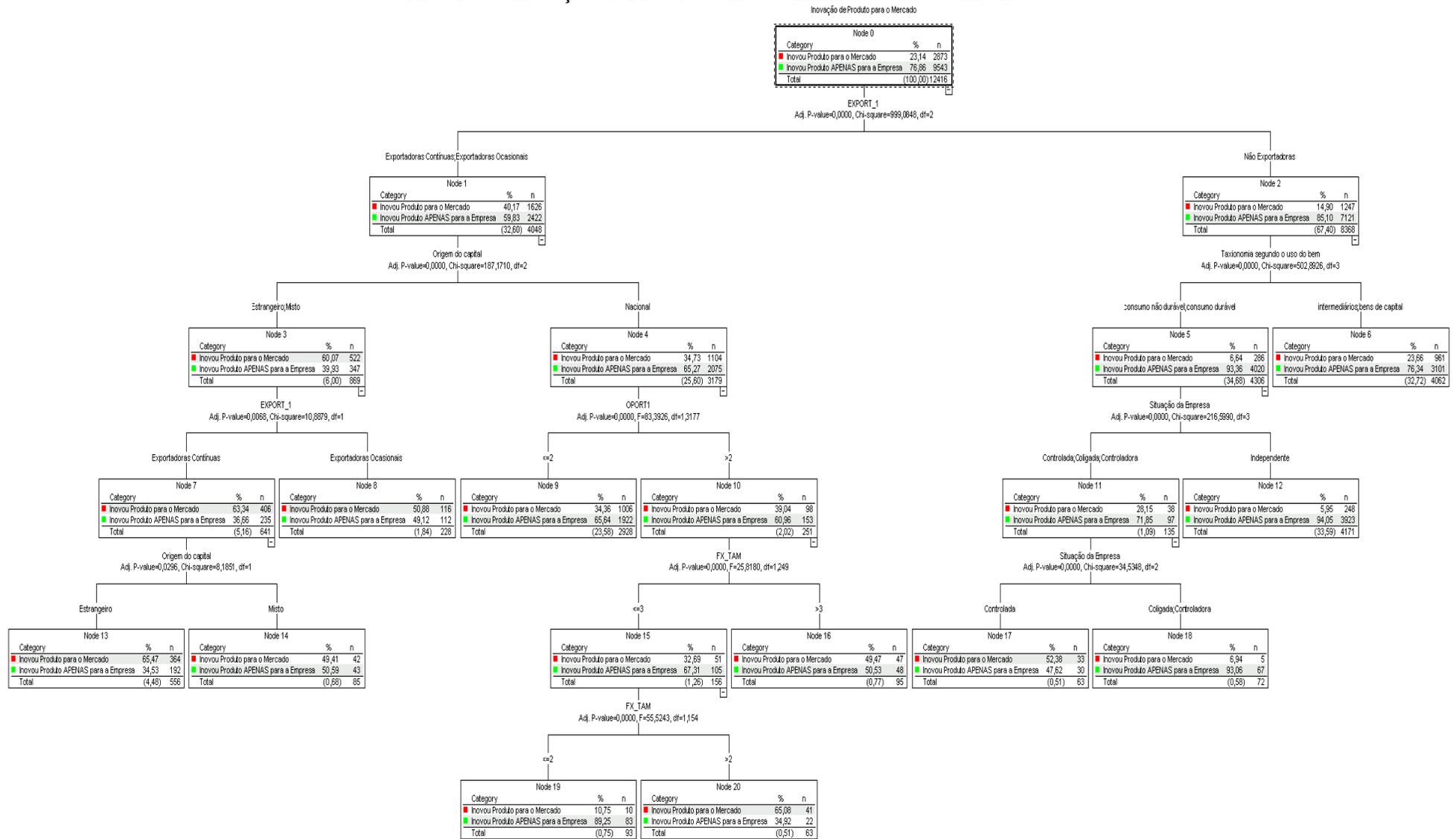
Tabela 9: Sumário Estatístico da Árvore de Risco Mínimo – Custo Simétrico

Nós	Frequência	Percentual	Lucro	matriz de classificação		
13	556	4,5	0,65	Valor Predito	Valor Observado	
20	63	0,5	0,65		Mercado	Empresa
17	63	0,5	0,52	Mercado	554	356
8	228	1,8	0,51	Empresa	2319	9187
16	95	0,8	0,49			
14	85	0,7	0,49	Risco	0,215448	
9	2.928	23,6	0,34			
6	4.062	32,7	0,24			
19	93	0,7	0,11			
18	72	0,6	0,07			
12	4.171	33,6	0,06			

Tabela 10: Sumário Estatístico da Árvore Podada – Custo Simétrico

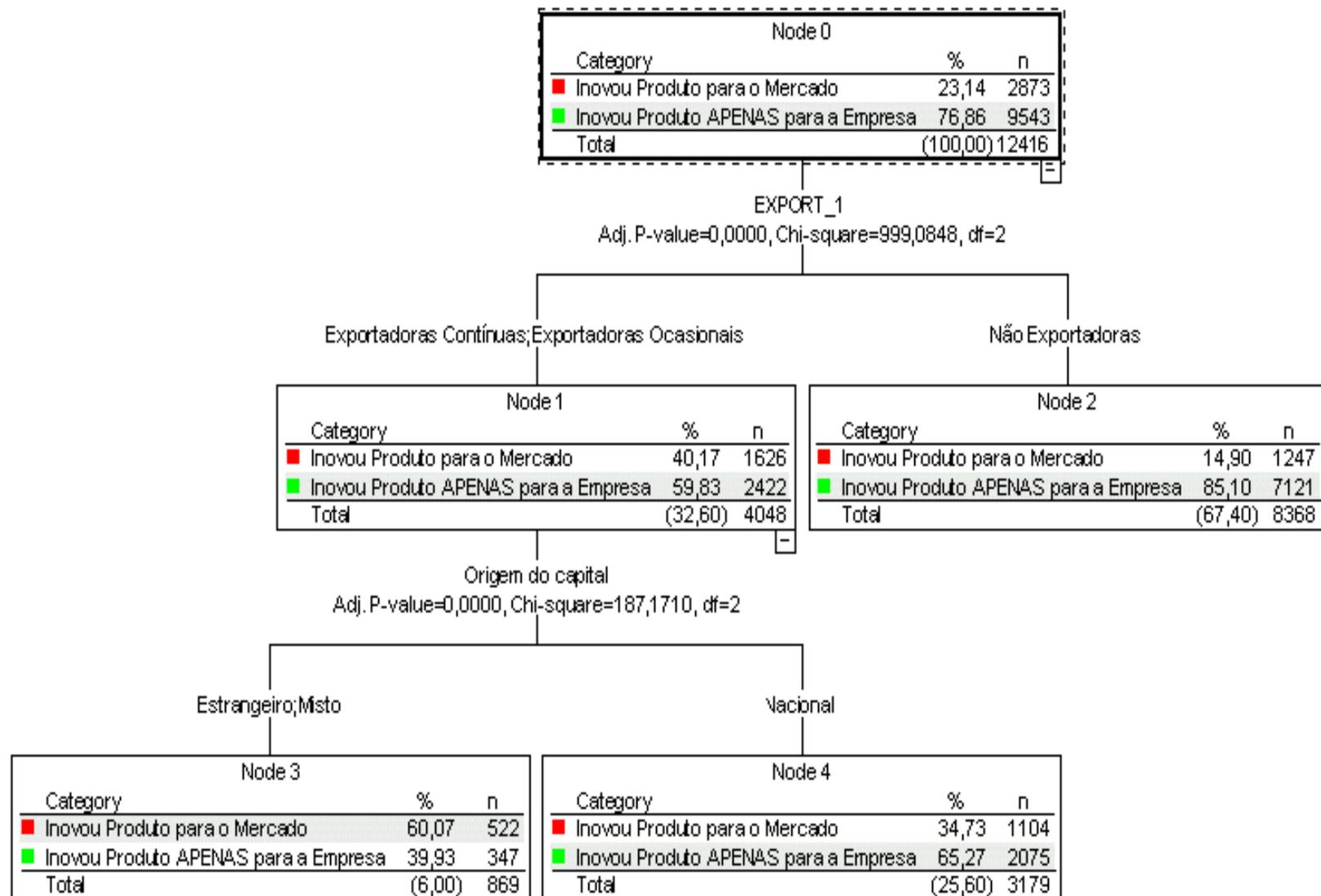
Nós	Frequência	Percentual	Lucro	matriz de classificação		
3	869	7,0	0,60	Valor Predito	Valor Observado	
4	3179	25,6	0,35		Mercado	Empresa
2	8368	67,4	0,15	Mercado	522	347
				Empresa	2351	9196
				Risco	0,2173	

Árvore 5: Inovação de Produto – Risco Mínimo – Custos Simétricos



Árvore 6: Inovação de Produto – Podada – Custos Simétricos

Inovação de Produto para o Mercado



Considerações Finais

O objetivo deste artigo foi o de traçar o perfil das empresas industriais inovadoras. A análise foi conduzida a partir dos microdados da PINTEC-2000. Num primeiro momento, a análise focou a inovação de uma forma geral, sem diferenciar a forma da inovação (processo e/ou produto) ou seu alcance (para o mercado ou apenas para a empresa). Os resultados obtidos demonstraram que a orientação exportadora é a principal característica distintiva para a empresa inovadora. A seguir pode ser apontado o tamanho da empresa, apresentando uma relação positiva entre a probabilidade de inovar e o tamanho da empresa. Por último, na análise agregada para a inovação, destacam-se a origem estrangeira ou mista do capital e a variação interindustrial como variáveis capazes de auxiliar na classificação de empresas inovadoras.

Posteriormente, selecionou-se o conjunto das empresas inovadoras e, então, analisou-se separadamente a inovação de processo e a inovação de produto. Para cada um destes subconjuntos, identificou-se se o resultado da inovação era novo para o mercado ou novo apenas a empresa. Na análise de inovação em processo para o mercado a origem estrangeira ou mista do capital e a classificação setorial foram as duas principais características definidoras das empresas inovadoras em processo para mercado. Nessa forma de inovação o tamanho ainda que tenha se mostrado significativo na distinção, não apresentou uma relação monotônica com o fato da empresa ter inovado em processo para o mercado.

No caso da inovação de produto para o mercado o caráter exportador e a origem do capital aparecem como principais variáveis distintivas. Ainda que se destaque na estimação das árvores de risco mínimo o tamanho e o fato da empresa pertencer a grupos empresariais, o processo de redução demonstrou que a capacidade discriminadora dessas variáveis é baixa.

Diferentemente do que usualmente é ressaltado na literatura empírica sobre o tema, o tamanho das empresas não se demonstrou como a principal variável discriminadora da atividade inovativa em nenhuma das formas analisadas. As evidências obtidas neste trabalho destacam, principalmente, a importância de duas características das empresas industriais, quais sejam: a orientação exportadora e a origem estrangeira do capital. Considerados os efeitos setoriais foi possível demonstrar que empresas com estas características são as principais responsáveis pelo dinamismo tecnológico nacional. Isto não significa dizer que o tamanho não seja importante na determinação da atividade inovativa, mas que essa é uma característica complementar as duas características acima mencionadas.

A interpretação dessa qualificação deve ser feita considerando as diversidades setoriais na indústria brasileira. Existem setores, como por exemplo, de Fabricação de Material Eletrônico Básico, de Produtos Farmacêuticos, Alimentos, em que as micro, pequenas e médias empresas apresentaram desempenho inovador bastante acima da média da indústria. Por outro lado, em setores como, por exemplo, de Produtos Siderúrgicos, de Fumo, Fabricação de Celulose, Equipamentos Médico-Hospitalares, em que grande parte de suas inovações para o mercado foram realizadas pelas grandes empresas. Sendo assim, o que se procura esclarecer aqui, é que, a relação entre tamanho da empresa e inovação para o mercado não pode ser generalizada para toda a indústria. O tamanho, conforme apresentado na análise para a variável dependente inovação, é relevante para definir a probabilidade de uma empresa ser inovadora, mas não necessariamente para definir que a empresa seja inovadora para o mercado.

Referências Bibliográficas

- ANDREASSI, T. e SBRAGIA, R. “Fatores Determinantes do grau de novidade das empresas: um estudo utilizando a técnica de análise discriminante”. *Série de working papers da FEA-USP*. No. 001/004. www.ead.fea.usp.br/wpapers, 2002.
- COHEN, W. M. “Empirical studies of innovative activity”. In: STONEMAN, P. (ed.), *Handbook of the economics of innovation and technological change*. Oxford: Blackwell, 1995.

- COHEN, W. M.; LEVIN, R. C. “Empirical studies of innovative activity and market structure”. In: SCHMALENSEE, R.; WILLIG, R. (EDS.), *Handbook of Industrial Organization*. Amsterdam: North Holland, 1989.
- GNANADESIKAN, R. *Methods for statistical data analysis of multivariate observations*. New York: John Wiley & Sons, Inc, 1977.
- KASS, G. V. “An exploratory technique for investigating large quantities of categorical data”. *Applied Statistics*. Royal Statistical Society, 29 (2): 119-127, 1980.
- KUMAR, N.; SIDDHARTHAN, N. S. “*Technology, market structure and internalization: issues and policies for developing countries*”. London: Routledge, 1997.
- LOH, W. Y., SHIH, Y. S. Split selection methods for classification trees. *Statistica Sinica*, 7: 815-840, 1997.
- MACEDO, P. B. R.; ALBUQUERQUE, E. M. “PeD e tamanho da empresa: evidência empírica sobre a indústria brasileira”. *Revista Estudos Econômicos*. V. 29, no. 3. p. 343-365, 1999.
- MOREIRA, M. M.; NAJBERG, S. “Abertura comercial: criando ou destruindo empregos?” *Pesquisa e Planejamento Econômico*. IPEA, 28 (2): Ago./1998.
- QUADROS, R., FURTADO, A., BERNARDES, R e FRANCO, E. “Technological innovation in Brazilian industry: an assessment based on the São Paulo innovation survey”. *Technological forecasting and social change*, 67 (2-3): 203-219, Jun./2001
- SBRAGIA, R.; KRUGLIANKAS, I; ARANGO-ALZARE, T. “Empresas inovadoras no Brasil: uma proposição de tipologia e características associadas”. *Série Working Papers FEA/USP* No. 001/003. www.ead.fea.usp.br/wpapers, 2002.

Apêndice A

Tabela A1: Impacto das características das empresas sobre a probabilidade de a empresa ser inovadora – Indústria Geral

Variáveis Independentes...		variável dependente = probabilidade de a empresa ser inovadora ¹			
		Coefficientes	Wald	Razão de chance	Efeito Marginal ²
Emprego	Ln_Emprego	0,418	1692,08	1,520	0,0886
Referência:	Estrangeiro	0,274	20,690	1,315	0,0579
Nacional	Misto	0,171	2,655	1,186	0,0361
Referência:	Exporta Ocasionalmente	0,396	157,196	1,487	0,0839
Não-Exporta	Exporta Continuamente	0,507	236,897	1,659	0,1072
Referência:	Controladora	0,359	9,931	1,432	0,0761
Independente	Controlada	0,043	0,519	1,044	0,0092
	Coligada	0,237	6,777	1,268	0,0502
Constante		-2,438	1961,62	0,087	-0,5163

¹Estimativas estão controladas pelos efeitos setoriais. ²Efeitos Marginais foram calculados para a empresa de características médias da amostra.

Tabela A2: Impacto das características das empresas sobre a probabilidade de a empresa ser inovadora em processo para o mercado – Indústria Geral

Variáveis Independentes...		Vr. dependente = probabilidade de a empresa ser inovadora em processo para o mercado ¹			
		Coefficientes	Wald	Razão de chance	Efeito Marginal ²
Emprego	Ln_Emprego	0,280	135,275	1,323	0,061
Referência:	Estrangeiro	0,913	105,732	2,493	0,198
Nacional	Misto	0,593	10,966	1,810	0,129
Referência:	Exporta Ocasionalmente	0,899	141,019	2,458	0,195
Não-Exporta	Exporta Continuamente	0,800	106,566	2,225	0,173
Referência:	Controladora	0,601	13,105	1,824	0,130
Independente	Controlada	0,607	40,207	1,834	0,131
	Coligada	-0,244	1,695	0,784	-0,053
Constante		-3,648	600,931	0,026	-0,791

¹Estimativas estão controladas pelos efeitos setoriais. ²Efeitos Marginais foram calculados para a empresa de características médias da amostra.

Tabela A3: Impacto das características das empresas sobre a probabilidade de a empresa ser inovadora em produto para o mercado – Indústria Geral

Variáveis Independentes...		Vr. dependente = probabilidade de a empresa ser inovadora em produto para o mercado ¹			
		Coefficientes	Wald	Razão de chance	Efeito Marginal ²
Emprego	Ln_Emprego	0,195	72,127	1,216	0,042
Referência:	Estrangeiro	0,520	36,467	1,682	0,112
Nacional	Misto	0,576	13,516	1,780	0,124
Referência:	Exporta Ocasionalmente	0,662	92,555	1,939	0,143
Não-Exporta	Exporta Continuamente	0,698	104,400	2,009	0,150
Referência:	Controladora	0,551	11,358	1,735	0,119
Independente	Controlada	0,515	30,612	1,674	0,111
	Coligada	-0,204	1,490	0,815	-0,044
Constante		-2,952	395,836	0,052	-0,637

¹Estimativas estão controladas pelos efeitos setoriais. ²Efeitos Marginais foram calculados para a empresa de características médias da amostra.

Características das Empresas Inovadoras no Brasil: Uma análise empírica a partir da PINTEC

Prof. Dr. Sergio Kannebley Junior
Depto. Economia da FEA-RP/USP

Profa. Dra. Geciane S. Porto
Depto. Administração da FEA-RP/USP

Elaine Toldo Pazzelo
Doutoranda em Economia IPE/USP

RESUMO

Este artigo reporta um esforço de caracterização das empresas inovadoras industriais brasileiras. Esta caracterização é realizada com base em informações constantes na PINTEC-2000 (Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica -2000). Para isso foram empregados procedimentos estatísticos não-paramétricos, que informaram, em ordem decrescente, que os três principais fatores distintivos entre empresas inovadoras e não inovadoras são: a orientação exportadora, o tamanho da empresa, a origem estrangeira do capital e a variação interindustrial. Para a classificação de empresas inovadoras em processo para o mercado as principais características que permitem identificar tais empresas são a origem estrangeira ou mista do capital e a classificação setorial dada pela categoria de uso dos bens. Quando se analisou a ocorrência de inovação em produto para o mercado, novamente, mas em ordem inversa á classificação para inovação em processo, a principais características apontas foram a orientação exportadora e a origem estrangeira do capital.

***Palavras-chave:* Inovação tecnológica; Métodos não-paramétricos**

***Códigos JEL:* 031, C14**

Abstract

This article reports an effort to characterize Brazilian innovative firms. This characterization was done based on PINTEC -2000 (Industrial Research of Technological Innovation-2000) information. To do it, it was employed statistical non-parametrical procedure, which inform that to distinct between innovative and non-innovative firms, the four main distinctive factors were the export orientation, the size of the firm, and the industrial sector effect. To the process innovation to the market the main characteristics pointed out were the export orientation industrial sector effect. To the product innovation was showed that the foreign capital origin and the export orientation were the main characteristics to distinct between the impact of the innovation.

***Palavras-chave:* Technological Innovation; Semiparametric Methods**

***JEL Codes:* 031, C14**