

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE DE RIBEIRÃO  
PRETO  
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO DE ORGANIZAÇÕES

FLÁVIO AUGUSTO JOSÉ

Análise de patentes no setor de equipamentos para radioterapia:  
um estudo sobre as rotas tecnológicas neste segmento

Versão Corrigida. A original encontra-se disponível na FEA-RP/USP

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Geciane Silveira Porto

Ribeirão Preto

2014

**PROF. DR. MARCO ANTONIO ZAGO**

Reitor da Universidade de São Paulo

**PROF. DR. SIGISMUNDO BIALOSKORSKI NETO**

Diretor da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto

**PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. SONIA VALLE WALTER BORGES DE OLIVEIRA**

Chefe do Departamento de Administração

FLÁVIO AUGUSTO JOSÉ

Análise de patentes no setor de equipamentos para radioterapia:  
um estudo sobre as rotas tecnológicas neste segmento

Dissertação apresentada à Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Administração das Organizações.

Versão Corrigida. A original encontra-se disponível na FEA-RP/USP

Área de Concentração: Administração  
Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Geciane Porto

Ribeirão Preto

2014

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

José, Flávio Augusto

Análise de patentes no segmento de equipamentos para radioterapia: um estudo sobre as rotas tecnológicas neste segmento. Ribeirão Preto, 2014.

96 p. : il. ; 30 cm.

Dissertação de Mestrado, apresentada à Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. Área de concentração: Inovação e Sustentabilidade.

Orientadora: Porto, Geciane Silveira

1. Rotas Tecnológicas. 2. Patentes. 3. Radioterapia.

Versão corrigida

A original encontra-se disponível na FEA-RP/USP

## FOLHA DE APROVAÇÃO

**A todos aqueles que fazem ciência ou a usam para  
tornar o mundo um lugar melhor**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer à minha família, que sempre me apoiou e, sobretudo, me incentivou ao estudo desde pequeno. A rigidez no estímulo à educação foi fundamental para o desenvolvimento de pensamento crítico que adquiri. Muito obrigado mãe, pai, vó Cida, madrinha (“Durvão”), Cecília (que não é da família, mas é da família), tios (em especial o Ricardo), tias, primos e primas e também aos que já se foram: vó Liza, vô Tô e vô Tião, padrinho, tio Li e tantos outros que não estão mais aqui com a gente. O apoio de vocês foi fundamental para eu chegar aqui, muito obrigado.

Se a família me apoiou muito e me ensinou que a educação é a base da nossa vida, não posso deixar de incluir outro grupo que também foi fundamental para eu chegar aqui: meus professores e professoras. Em especial, agradeço minha orientadora, Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Geciane Porto, que soube ser enérgica quando necessário, porém sempre terna quando a situação assim o permitia. Devo destacar aqui também o Prof. Dr. Oswaldo Baffa Filho, que foi meu primeiro orientador (ainda na graduação em Física Médica) e me ensinou a trilhar os caminhos da pesquisa e me ajudou a escrever meus primeiros artigos. Agradeço também aos professores Alexandre Souto Martinez, provavelmente o que mais me instigou ao pensamento crítico nesta USP, Iouri Borissevitch, por sempre exceler na ciência e mostrar como realiza-la de forma honesta e ética, Adilton Carneiro, que nos mostrou que o ferramental aprendido num curso de física aplicada é muito útil e um diferencial no mundo dos negócios, Prof<sup>a</sup> Patrícia e Prof. Harley, que (juntamente com o time de físicos e médicos do HC-FMRP-USP) me ensinaram teoria e prática do mundo da radioterapia. Também sou muito grato aos professores da FEARP que, seja na graduação ou na pós, tanto me ensinaram deste campo interessantíssimo do conhecimento humano que são os negócios. Destaco aqui as professoras Simone Galina, única para explicar relações culturais, políticas e comerciais entre diferentes nações, Maria Lucia Lamounier, que tira da História e Sociologia a fama de disciplinas maçantes, transformando-as em algo tão lógico que fica fácil aprender e aos professores David Dantas, Fabio Barbieri e Sergio Sakurai, que fazem do Direito, da Micro e da Macroeconomia algo tão natural que fica difícil não pensar em suas aulas ao ler o jornal e prever alguma notícia no caderno de economia ou de política. Também sou grato à prof<sup>a</sup> Silvia e à minha turma de francês e à equipe do IEBA, professoras e minha turma de alemão: sem

vocês este trabalho teria que descartar os documentos nas línguas de Victor Hugo e Goethe. *Merci, Danke*. A todos os outros que não citei aqui, bem como os meus mestres de meu fundamental e médio, deixo também meus agradecimentos. Todos foram fundamentais para eu ter aqui chegado.

Nada disso estaria sendo feito também sem a ajuda dos amigos e colegas, minha segunda família. Devo destacar aqui meus “irmãos não biológicos”, Bruno Suiter (Bebê), que desde o ensino fundamental esteve sempre presente nos bons e maus momentos e Pedro Figueiredo (Papaya), o único cara que consigo realmente definir como “uma boa pessoa”. Fazem parte fundamental da minha vida também a minha “Família Vita et Pax e Agregados” (Dai, Ana, Ju, Arface, Cheng, Bruno, Nati, Papaya, Chapuis), mesmo sendo os agregados só o Chapuis e eu. Sou também muito grato ao sensei Ricardo Barosela e todo pessoal do AikiUSP (sobretudo ao sensei William “Mintira”), o grupo mais unido que já conheci. Pessoal de Itatiba: Murilo (que já está lá na categoria “primos”, mas merece destaque), Rudolf, Jão, Deborah. Colegas de turma, seja do Sant’Anna, da Física Médica, da Economia, da Pós em Adm ou da salinha da Pós, mas em especial o Renato Pagotto (Bura) e a galera das repúblicas Moita e Marx Pipoqueiro e seus agregados. A equipe de basquete (Gorillaz, o time mais contundido de todos os tempos). Pessoal do InGTec. Colegas estrangeiros ao redor do mundo. Muito obrigado a todos vocês.

Agradeço à Universidade de São Paulo (USP) e à Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto (FEARP), sobretudo ao pessoal da seção de pós graduação (Érika, Matheus, Vânia e Thiago) e ao International Office desta unidade. Sem todo o apoio de vocês esta dissertação não seria possível. Sou grato ao CNPq, à CAPES e à FAPESP pelo apoio financeiro concedido a mim e ao grupo de pesquisa, fatores preponderantes para a realização desta dissertação.

Finalmente, agradeço àqueles que nunca saberão da minha existência, mas que ajudaram o crescimento e desenvolvimento da nossa espécie desde o começo da história. Sem cair na tarefa descomunal de citar todos os “gigantes em cujos ombros me apoiei”, mas deixando explícito que foram fundamentais não só para este trabalho, mas para todo o ganho de qualidade de vida que tivemos nos últimos milênios. Estrategistas, filósofos, cientistas, historiadores naturais etc. Europeus, árabes, asiáticos, americanos, brasileiros... Se o alto nível de educação é geográfico, a genialidade não respeita fronteiras. A todos vocês, de todas as épocas, meu muito obrigado.

*“O progresso liberta o indivíduo.”*

Prof<sup>ª</sup> Maria Lúcia Lamounier, PhD *apud* Émile Durkheim

## RESUMO

JOSÉ, F. A. **Análise de patentes no setor de equipamentos para radioterapia: um estudo sobre as rotas tecnológicas neste segmento.** 2014. 96 p. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2014

A propriedade intelectual tem se tornado cada vez mais importante e é uma parte fundamental do desenvolvimento. No entanto, ainda é pouca literatura sobre a avaliação desses ativos intangíveis. Não se sabe ao certo sequer quais variáveis (idade, número de citações, atividade inventiva etc.), estabelecem o valor de uma patente, e essas variáveis podem diferir dependendo do setor. Também pouco se sabe sobre como se relacionam umas com as outras em termos de formação rotas tecnológicas, e quais fatores mais importantes para uma patente ser usada como inspiração para outra invenção. Neste trabalho são usadas análises de redes formadas pelas citações das patentes do segmento de equipamentos para radioterapia para descobrir o que os principais atores produziram nos últimos vinte anos no mercado de equipamentos para radioterapia. Foram levantados também os países de maior interesse de proteção dessas invenções, os principais atores no mercado. Tendências tecnológicas foram analisadas pelas formações de clusters de reivindicações de tais documentos. Descobriu-se que a formação da rede e dos grupos de patentes têm como principal característica a semelhança das tecnologias envolvidas e, também, de fatores geográficos. Os principais *playeres* são grandes companhias de países desenvolvidos e praticamente não há proteção de invenções deste segmento em países emergentes ou subdesenvolvidos, com exceção da China.

**Palavras chave:** Rotas Tecnológicas; Patentes; Radioterapia.

## ABSTRACT

JOSÉ, F. A. **Patent analysis in radiation therapy devices field: a technological trajectories study in this segment.** 2014. 96 p. Master Thesis – School of Economics, Business Administration and Accounting at Ribeirão Preto, University of São Paulo, Ribeirão Preto, 2013

Intellectual property has become increasingly important and is a key part of the development. However, it is still little literature on the valuation of these intangible assets. No one knows for sure even what variables (age, number of citations, inventive activity etc.), set the value of a patent, and these variables may differ depending on the sector. Also little is known about how they relate to each other in terms of technological routes formation, and which are the most important factors for a patent to be used as inspiration for other invention. This work analyzes the networks formed by the citations of the patents in the radiation therapy devices segment to find out what the main actors produced in the last twenty years in the radiotherapy equipment market. Countries of greatest interest to protect these inventions and the principal players were also pointed. Technological trends were identified by the formation of clusters of documents' claims. It was found that the formation of the network and groups of patents have as main feature the likeness of the technologies involved, and also geographic factors. The main players are large companies from developed countries and there is virtually no protection for inventions in this segment in emerging or developing countries, excluding China.

**Keywords:** Technological trajectories, Patents; Radiation therapy

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução da demanda das consultas médicas da população brasileira.....	15
Figura 2 - Evolução dos procedimentos diagnósticos no Brasil.....	16
Figura 3 - Distribuição regional dos Procedimentos diagnósticos para o ano base de 2007...	16
Figura 4 – Esquema de acelerador linear.....	27
Figura 5 – Etapas de planejamento de um plano direcionado ao desenvolvimento de tecnologia.....	32
Figura 6 – Processo de análise de patentes baseado em redes.....	39
Figura 7 – Tela inicial de busca do Thomson Innovation, com os campos de busca preenchidos.....	43
Figura 8 – Planilha em MS Excel para análise de redes futura.....	45
Figura 9 – Localização de rotas via MS Excel sem filtragem.....	46
Figura 10 – Localização de rotas via MS Excel, filtragem para rotas com no mínimo 4 patentes.....	47
Figura 11 – Localização de rotas via MS Excel, filtragem para rotas com no mínimo 5 patentes.....	47
Figura 12 – Principais titulares de patentes no setor estudado, por quantidade de titularidade de famílias de patentes (Top 15).....	49
Figura 13 – Quantidade de documentos de famílias de patentes publicados por país.....	50
Figura 14 – Rede formada pelas famílias de patentes estudadas.....	51
Figura 15 – Comunidades de famílias de patentes.....	52
Figura 16 – Mapa dos <i>claims</i> em inglês para os anos de 1994 até 1998.....	65
Figura 17 – Mapa dos <i>claims</i> em inglês para os anos de 1999 até 2003.....	66
Figura 18 – Mapa dos <i>claims</i> em inglês para os anos de 2004 até 2008.....	67
Figura 19 – Mapa dos <i>claims</i> em inglês para os anos de 2009 até 2013.....	68
Figura 20 – Mapa dos <i>claims</i> em alemão para os anos de 1994 até 1998.....	70
Figura 21 – Mapa dos <i>claims</i> em alemão para os anos de 1999 até 2003.....	71
Figura 22 – Mapa dos <i>claims</i> em alemão para os anos de 2004 até 2008.....	72
Figura 23 – Mapa dos <i>claims</i> em alemão para os anos de 2009 até 2013.....	73
Figura 24 – Mapa dos <i>claims</i> em francês para os anos de 1994 até 2003.....	75
Figura 25 – Mapa dos <i>claims</i> em francês para os anos de 2004 até 2013.....	76
Figura A.1 – Mapa dos <i>claims</i> para os anos de 1994 até 1998.....	91
Figura A.2 – Mapa dos <i>claims</i> para os anos de 1999 até 2003.....	92
Figura A.3 – Mapa dos <i>claims</i> para os anos de 2004 até 2008.....	93
Figura A.4 – Mapa dos <i>claims</i> para os anos de 2009 até 2013.....	94

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Comunidades de famílias de patentes e suas características.....	52
Quadro 2 – Rotas mais longas, com 5 nodos.....	56
Quadro 3 – Rotas mais longas, com 5 nodos, titulares das patentes	56
Quadro 4 – Rotas longas, com 4 nodos.....	59
Quadro 5 – Contagem de caminhos com duas famílias de patentes.....	60
Quadro 6 – Contagem de caminhos com três famílias de patentes.....	60
Quadro 7 – Documentos e títulos de patentes.....	61
Quadro 8 – Documentos mais relevantes na rede (centralidade de autovetor maior que 0,1)...	62
Quadro 9 – Patentes brasileiras, texto original.....	77
Quadro A – Códigos TLD dos países.....	88
Quadro B – Códigos de famílias de patentes que formaram rotas e seus respectivos títulos....	95

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Importação de equipamentos de radioterapia no Brasil, dados correntes.....	25
Tabela 2 – Prioridades e publicações por família de patentes por país.....	50

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	15
1.1 Problema de Pesquisa.....	20
1.2 Objetivos.....	20
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	22
2.1 A Organização Mundial de Propriedade Intelectual, a Classificação Internacional de Patentes e os aparelhos de terapia por radiação.....	22
2.2 Sobre aceleradores lineares e seu comércio com o Brasil e valor em patentes.....	23
2.3 Bibliometria, mapeamento e localização de rotas tecnológicas.....	29
2.4 Análise de redes e sua aplicação em patentes.....	35
<b>3. ASPECTOS METODOLÓGICOS</b> .....	41
3.1 Tipo da pesquisa.....	41
3.2 Definição de Termos e Variáveis.....	41
3.3 Etapas da metodologia.....	42
1ª Etapa: coleta de dados.....	42
2ª Etapa: análise primária dos dados.....	44
3ª Etapa: construção das redes.....	45
4ª Etapa: análise topológica dos <i>claims</i> .....	48
5ª Etapa: análise das patentes brasileiras.....	48
<b>4. RESULTADOS</b> .....	49
4.1 <i>Players</i> , países de publicação e de prioridade.....	49
4.2 Rotas Tecnológicas.....	51
4.2.1 Identificando Grupos e suas características.....	51
4.2.2 Análise Específica por Citações.....	56
4.2.3 Análise Agregada por Reivindicações.....	63
4.3 A situação das patentes brasileiras.....	77
<b>5. CONCLUSÕES, CONSIDERAÇÕES FINAIS E LIMITAÇÕES DA PESQUISA</b> .....	80
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	83
<b>ANEXO A:</b> Códigos TLD (Top-Level Domain) dos países.....	88
<b>APÊNDICE A:</b> Mapas gerados com reivindicações em todos os idiomas.....	91
<b>APÊNDICE B:</b> Códigos e títulos de patentes.....	95

## 1. INTRODUÇÃO

Com quase 200 milhões de habitantes segundo o último censo, o Brasil é o quinto país mais populoso do mundo (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010). Com uma população tão vasta e um serviço de saúde público, o SUS – Sistema Único de Saúde que, ao menos em teoria, cobre todas as pessoas, as dificuldades para fornecer e gerir um bom serviço são imensas. Analisando-se dados fornecidos pelo Ministério da Saúde, nota-se que a população está frequentando mais os serviços de saúde. Os dados do Datasus (BRASIL, 2009) (Figura 1), mostram que a população da região sudeste apresenta um maior acesso a saúde, com uma média atual de quase três consultas por ano por habitante, enquanto a região norte ainda é mais desassistida em termos de consultas médicas, embora tenha apresentado um aumento considerável. Na Figura 2 nota-se o aumento na quantidade de procedimentos de diagnósticos no Brasil, tanto em exames de patologia clínica como de imagenologia. Vale ressaltar que ambos demandam métodos com tecnologia embarcada para serem realizados, o que faz com que a importância estratégica de se dominar esses métodos também cresça no país. Já na Figura 3 observa-se a quantidade desses exames divididos por região. Com mais de 50% deles na Região Sudeste, verifica-se a possibilidade e oportunidade para empresas locais fornecerem esse tipo de serviço (BRASIL, 2009).

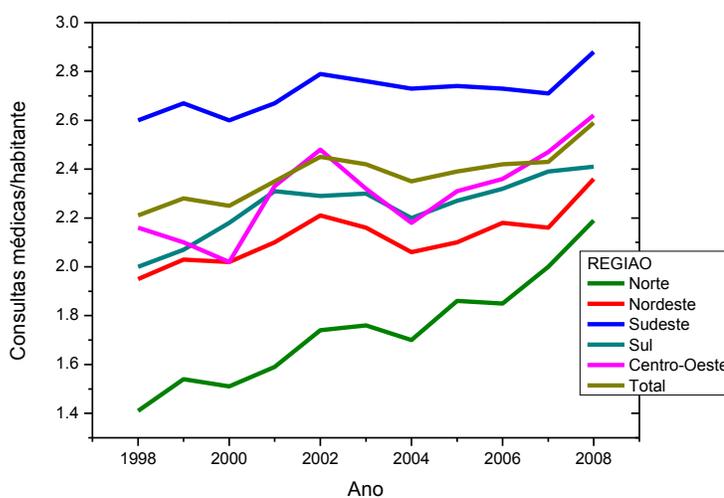


Figura 1 - Evolução da demanda das consultas médicas da população brasileira

Fonte: Ministério da Saúde (2009)

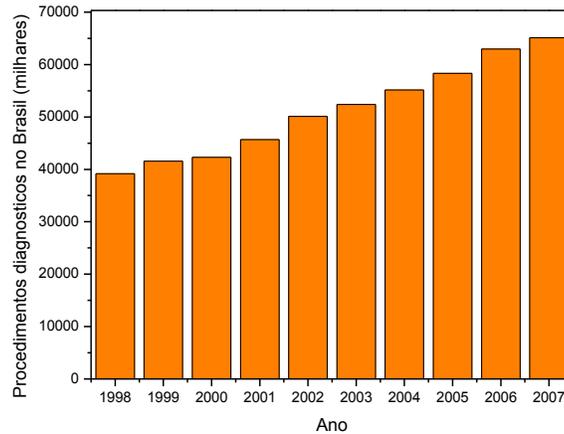


Figura 2 - Evolução dos procedimentos diagnósticos no Brasil

Fonte: Ministério da Saúde (2009)

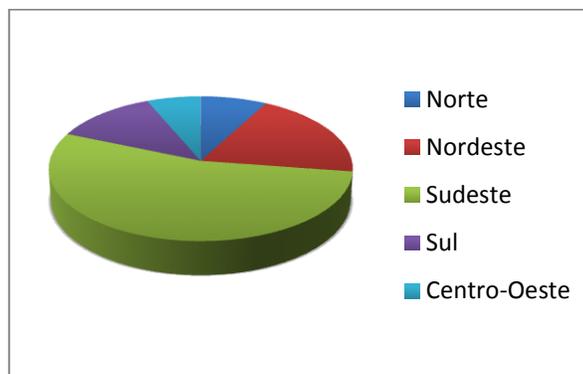


Figura 3 - Distribuição regional dos Procedimentos diagnósticos para o ano base de 2007

Fonte: Ministério da Saúde (2009)

Além da problemática de se aumentar os atendimentos com qualidade, vale ressaltar que tais consultas e tratamentos demandam cada vez mais tecnologia. Entre outros setores, é de importância fundamental aumentar o desenvolvimento de tecnologia na área médico-hospitalar no país. Por exemplo, no plano Brasil Maior é foco fortalecer as pesquisas nas áreas estratégicas, que englobam desde energia nuclear até nanotecnologia e agronegócios, passando pela área da saúde. As “Linhas de Ação da Prioridade III – Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação em Áreas Estratégicas” do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação tem como um de seus tópicos “Insumos para a saúde”, uma subdivisão que inclui produtos médicos, biomateriais, fármacos,

etc. (BRASIL, 2008). Com no mínimo dois ministérios dando tanta atenção à saúde, é de se notar a importância de se desenvolver tecnologia na área e disponibilizá-la ao mercado, ou seja, inovar.

A inovação ocorre como resposta a um processo de desenvolvimento de métodos de aproveitamento de recursos ou de otimização de atividades, processo este designado genericamente pelo termo técnica (SILVEIRA, 2011). Esta técnica pode ser entendida como uma destruição criativa que traz uma vantagem competitiva para uma empresa, podendo gerar ganhos extraordinários. Esses ganhos vêm como recompensa para o esforço dedicado a uma atividade tão arriscada. Após a difusão de uma nova tecnologia ser efetivada a economia atinge um novo equilíbrio, cujos benefícios se difundem para toda a sociedade (COOTER; ULEN, 2011).

No meio médico-hospitalar a inovação se dá sobretudo por meio das divisões de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) dos grandes conglomerados multinacionais. Uma vez que hoje é facilmente observável que o médico ou enfermeiro não trabalham mais sozinhos, sempre necessitando do uso de equipamentos para diagnósticos e tratamentos, essas multinacionais investem muito dinheiro e recursos humanos para conseguir uma boa participação de mercado, como visto no caso da subdivisão de saúde da norte americana General Electric, a GE Healthcare, empresa que teve seu valor estimado em US\$ 16 bilhões e empregava 46 mil profissionais em 100 países há alguns (GENERAL ELECTRIC, 2007).

Com tanto dinheiro envolvido, é clara a necessidade da tecnologia desenvolvida ser protegida por meios legais. Dessa necessidade surgiu a patente, que é um direito de exclusão por um certo período de tempo. O dono da patente é o único que possui os direitos de utilizar daquela tecnologia ou mesmo de comercializá-la, caso seja seu interesse (VAN TRIEST; VIS, 2007). Mas o direito de exclusão de uma patente leva, aparentemente, a um problema: a existência de patentes (numa primeira vista) parece impedir a existência da concorrência. Como contra-argumento usa-se o fato dessa proteção do invento ser provisória, ou seja, o produto/projeto patentado só será protegido por um certo período de tempo, e este tempo é o prêmio necessário para que as pessoas se prontifiquem a investir seus recursos para que uma tecnologia seja desenvolvida, bem como impedir que um concorrente do titular tire proveito dos investimentos altamente arriscados do investidor e lucre sem ter dedicado tal esforço para desenvolver algo novo.

Por um material intelectual protegido ser passível de gerar ganho econômico, há um mercado para as patentes, seja por meio de sua venda ou licenciamento. Nessa comercialização o

dono da patente recebe dinheiro pela venda da mesma (transferência) ou por licenciá-la a alguém. Assim, as patentes são atualmente um possível e interessante meio de lucro por parte de companhias (COOTER; ULEN, 2011) ou mesmo pessoas físicas que possuam alguma tecnologia protegida. Atualmente, estima-se que cerca de 80% de todo o conhecimento tecnológico está em dados patentários (KIM *et al.*, 2011) e que aproximadamente 150 mil novas patentes sejam publicadas por ano (VEUGELERS *et al.*, 2010), o que torna a análise deste tipo de dados de extrema importância para todo setor que envolva desenvolvimento de tecnologia.

Devido à sua alta tecnologia e altos custos de desenvolvimento dos equipamentos de terapia por radiação, alguns países lideram praticamente sozinhos o mercado de aceleradores lineares para radioterapia, sendo que mesmo nessas nações são poucas as companhias que dominam o conhecimento necessário para a produção desses equipamentos. Atualmente o Brasil é totalmente dependente de países desenvolvidos neste setor (“Aparatos Médicos que usam radiação Alfa, Beta ou Gama”, código 902221 no *United Nations Commodity Trade Statistics Database*, o UN COMTRADE) (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU, 2014), sendo que nos últimos oito anos foram importados em torno de 500 equipamentos desta categoria. Sendo aparelhos de altíssima tecnologia e extremamente necessários para uma população que tem a expectativa de vida cada vez maior (INCA, 2006), a quantidade de dinheiro enviada para o exterior com compra dos aceleradores é grande. Desenvolvimento de tecnologias internas no setor pode ser uma boa oportunidade de negócios para empreendedores brasileiros capacitados em engenharia ou tecnologia da informação e comunicação, por exemplo. Negócios esses que só terão um bom desempenho caso a tecnologia utilizada seja bem protegida judicialmente, sobretudo nos principais mercados mundiais.

As taxas patentárias dos diferentes países podem ser, por exemplo, um empecilho para uma firma proteger suas invenções. Deve-se saber quanto custará uma patente no tempo, para mantê-la apenas durante o tempo em que for interessante. As taxas de renovação de vigência de patentes (que no caso do Brasil são anuais e devem ser pagas a partir do 24º mês do depósito da mesma) (INPI, 2012) podem ser muito altas em alguns países e, apesar de num primeiro momento uma patente possa ser muito valiosa, depois de um certo período pode gerar mais gastos que lucros. Assim, deve-se contabilizar até quando o impedimento de um concorrente usufruir da tecnologia protegida e os lucros dessa patente valem a pena, em comparação com os gastos de renovações de vigências (SVENSSON, 2011). Várias dimensões de um sistema de

patentes, incluindo o número de assuntos patenteáveis, restrições, mecanismos de execução e, especialmente, suas taxas, afetam o desempenho de patentes de um país (RASSENFOSSE; POTTERIE, 2009). Na Alemanha, por exemplo, as taxas crescem de maneira muito rápida, chegando a ser mais de 2,5 vezes a taxa cobrada na França (TEODORU & ASSOCIATES SRL AND INTELLEKTUS NETWORK (CYPRUS) LTD, 2010). Rassenfosse e Poterie (2009) argumentam que a força de um sistema de patentes induz uma maior propensão a patente, e que suas taxas têm um impacto negativo e significativo no patenteamento de invenções.

A extensão que o preço de uma tecnologia tem na aceleração ou desaceleração de uma empresa (ou até mesmo da própria inovação *per se*) ainda é uma questão em aberto, não existindo ainda uma consolidação desta discussão em termos teóricos ou empíricos. Esse fato, aliado a carência de evidências empíricas do impacto que as novas tecnologias têm nas companhias e em suas políticas de investimento em P&D (UGHETTO, 2010). A evolução tecnológica nem setor pode ser analisada por meio de rotas tecnológicas, ou seja, os caminhos que foram percorridos para as invenções se chegarem ao seu patamar atual de desenvolvimento (ANDERSEN, 1998). A principal forma de se estabelecer uma rota tecnológica é com base na análise de patentes (KIM *et al.*, 2011). Com base na análise de rota, pode-se descobrir como foram sendo melhoradas as relações de *trade-off* das tecnologias, como se tornaram mais efetivas para o mercado (DOSI, 1982). A análise de uma rota tecnológica reduz o risco ao se investir em desenvolvimento de tecnologia num determinado setor, pois ao ser identificado o que está sendo desenvolvido cronologicamente, com suas vantagens, pode-se planejar melhor investimentos futuros. O uso de citações de patentes é, então, um método eficiente de se localizar tais rotas com precisão (KIM *et al.*, 2011).

Pode-se pensar em um pequeno número de inovações básicas que estabelecem uma rota tecnológica e a evolução técnico-econômicas derivada desta. Ao longo da rota, a concepção básica da inovação é constantemente alterada por inovações incrementais, mas as instruções básicas em que a tecnologia se desenvolve já têm sido limitadas pela escolha da trajetória (VERSPAGEN, 2007). A reação ao se localizar uma tecnologia disruptiva tende a ser a inércia e a estratégia de esperar o resultado antes de arriscar muito nela, pois de outra forma têm-se riscos e custos mais elevados. Os riscos são diminuídos se se possui um grande portfólio de oportunidades para a tecnologia (aumenta-se a possibilidade dela entrar no mercado), bem como quando há validação da tecnologia por pares (VEUGELERS *et al.*, 2010). Desta maneira, pode-

se identificar uma rota tecnológica com base na análise de citações das patentes. Assim como artigos científicos possuem citações, as patentes também as possuem, e indicam quais invenções similares vieram anteriormente, servindo de inspiração para os novos inventos. Os pressupostos básicos da análise de citações são que o conhecimento da patente citada são transferidos para uma patente citante, e existe uma ligação tecnológica entre elas. A análise de citações é um método útil para a identificação de relações tecnológicas (KIM *et al.*, 2011). Usando citações de patentes em análise de rede, as patentes individuais são representadas por nós e citações entre patentes são indicadas como conexões, arestas, que se referem às interações entre os nós. Análise de rede citação foi desenvolvida a partir de uma mera contagem do número de citações de métodos mais sofisticados, como o uso de pesos em citações (NO; PARK, 2010). Embora a citações inadequadas ou errôneas em documentos prejudiquem o resultado da pesquisa gerando certo ruído inerente à técnica (LAI; WU, 2005), a análise de redes de citação é utilizada para mapear trajetórias tecnológicas e acompanhar as tecnologias emergentes (NO; PARK, 2010). As citações servem para mostrar como a invenção reivindicada difere da técnica anterior. A finalidade básica de citar o estado da técnica em arquivos de patentes é informar ao titular da patente e ao público em geral que tais patentes ou publicações impressas estão em existência e deve ser considerado quando se avalia a validade das reivindicações de patente (LAI; WU, 2005). Daqui, conclui-se que a identificação de rotas tecnológicas pode ser feita por meio de análises de rede com base em dados de citações patentárias. Finalmente, após montada a rede de citações num setor, pode-se, por meio de análises de redes sociais e econômicas, estudar a importância relativa de cada patente (e de sua respectiva tecnologia) na área examinada.

### **1.1 Problema de Pesquisa**

Quais são as principais rotas tecnológicas do segmento de equipamentos para radioterapia?

### **1.2 Objetivos**

O objetivo geral desta dissertação é identificar as principais rotas tecnológicas encontradas nas patentes do segmento de equipamentos para radioterapia (IPC A61N 5/10), por meio de análises de rede de citações formadas pelas mesmas.

Os objetivos específicos abrangem:

- a) Descobrir os principais *players* do mercado;
- b) Identificar quais os principais mercados de proteção (países de depósito das patentes) de tais tecnologias;
- c) Mapear as reivindicações (*claims*) das patentes deste segmento e identificar as potenciais tendências tecnológicas neste setor;
- d) Identificar que tecnologias foram protegidas por patentes nos últimos 20 anos;
- e) Identificar quais tecnologias foram protegidas no Brasil.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A Organização Mundial de Propriedade Intelectual, a Classificação Internacional de Patentes e os aparelhos de terapia por radiação

O nascimento da Organização Mundial de Propriedade Intelectual (também conhecida como WIPO: *World Intellectual Property Organization*) leva ao ano de 1883, devido às necessidades internacionais de proteção de inventos. Foi nesse ano em que foram adotadas as normas da Convenção de Paris para a Proteção da Propriedade Industrial. Essa convenção foi o primeiro grande tratado para proteção desse tipo de ativo intangível da história, e teve com objetivo facilitar a proteção de inventos em países que não os seus de origem. Esse tratado, que entrou em vigor em 1884 em 14 países, atribuiu como direitos passíveis de proteção as patentes, as marcas e os desenhos industriais. No mesmo ano foi estabelecido um Escritório Internacional encarregado de levar a cabo as tarefas administrativas necessárias (WIPO, 2010).

Dois anos depois, com a Convenção de Berna para a Proteção das Obras Literárias e Artísticas, foi regulamentada a proteção também das obras criativas, como literatura, música, pinturas e esculturas. Assim como o ocorrido na Convenção de Paris, a de Berna estabeleceu um escritório para lidar com as atividades administrativas decorrentes do acordo. No ano de 1893 esses dois *bureaux* se uniram para formar um novo escritório, o BIRPI (*Bureaux internationaux réunis pour la protection de la propriété intellectuelle*, “Escritórios Internacionais para a Proteção da Propriedade Intelectual Reunidos”, em tradução livre). Estabelecido em Berna, na Suíça, este novo *bureau* foi o precursor da WIPO (WIPO, 2010).

A Organização Mundial de Propriedade Intelectual entrou em vigor em 1970, tendo evoluído desde então. Em 1996, com um acordo de cooperação com a Organização Mundial do Comércio (OMC), ela ampliou sua importância, ajudando a regulamentar o comércio internacional. Hoje a WIPO possui 185 Estados membros, com mais de 1200 funcionários e trabalha com harmonização de legislações, intercâmbio de informações de propriedade intelectual, assistências técnico-jurídica, entre outras inúmeras funções (WIPO, 2010).

Para facilitar a troca de informações entre os países membros, a WIPO estabeleceu pelo Acordo de Estrasburgo de 1971 a Classificação Internacional de Patentes (*International Patent Classification – IPC*), que prevê um sistema com símbolos independentes de idioma, organizados hierarquicamente, para classificar as patentes e modelos de utilidade nos setores da tecnologia a

que pertençam (WIPO, 2010). Essa classificação é um meio usado internacionalmente para se unificar a dos documentos de patentes depositados em qualquer escritório nacional do mundo, e forma um catálogo de busca eficaz para a recuperação dos documentos de patentes. Além disso, ela possui uma estrutura hierárquica, que facilita as buscas. Esta hierarquia segue a ordem: Seção → Classe → Subclasse → Grupo → Subgrupo, e permite identificar detalhadamente o conhecimento patentado (INPI, 2012). As seções existentes são: A - Necessidades Humanas; B - Operações de Processamento, Transporte; C - Química, Metalurgia; D - Têxteis, Papel; E - Construções Fixas; F - Engenharia Mecânica, Iluminação, Aquecimento, Armas, Explosão; G - Física; e H - Eletricidade (INPI, 2013), podendo um mesmo invento pertencer a mais de uma seção, classe etc.

A divisão correspondente à saúde humana (e veterinária) na IPC é faz parte da Seção A (Necessidades Humanas), mais especificamente A61 - SAÚDE; SALVAMENTO; RECREAÇÃO. Nesta subseção são encontradas as patentes de aparelhos de diagnóstico por imagens, instrumentais cirúrgicos, equipamentos odontológicos, aparelhos de radioterapia, entre outros (INPI, 2013). Sendo assim, os casos-análise desse projeto se concentrarão nessa seção de IPC, sendo a subseção preferencial a de Terapia por Radiação: Terapia por raio X; Terapia por raio Gama; Terapia por irradiação de partículas (código A61N 5/10).

## **2.2 A radioterapia, sua aplicação e relações comerciais**

A radioterapia é uma técnica muito utilizada para tratamento de tumores malignos e consiste em irradiar o tecido canceroso com radiação ionizante, com o objetivo de causar a morte das células desse tecido, impedindo o crescimento e até mesmo matando o tumor. A história desse procedimento terapêutico começa junto com a história do diagnóstico por imagem, no final do século XIX, mais precisamente em 1895, com o alemão Wilhelm Konrad Röntgen. O físico germânico observou que havia uma emissão de ondas eletromagnéticas de alta energia quando elétrons eram desacelerados bruscamente (os elétrons eram lançados em alta velocidade contra um alvo de material muito denso). Foi dada a essa radiação o nome de Raios-X, pois como não se sabia muito sobre eles, esses raios eram uma incógnita. Já no mesmo ano, em Chicago (EUA), Emil Grubbé fez a primeira tentativa de curar um câncer usando uma exposição a esta radiação. Infelizmente o tumor (no caso, de mama) que a paciente possuía já apresentava metástases, o que a levou a óbito devido às suas complicações (SALOMON, 2010).

Décadas depois, em 1952, o primeiro acelerador linear começou a funcionar, na Califórnia (EUA). A partir de então se observou a crescente participação de mercado deste tipo de equipamento para tratamento de cânceres – o que fez com que a busca por uma tecnologia melhor e mais barata também crescesse cada vez mais. No setor de radioterapia, as inovações dos últimos 25 anos foram imensas e inclui o desenvolvimento de programas de cálculo de dose, aumento no controle e segurança dos aparelhos, a radioterapia de intensidade modulada (IMRT), a radiocirurgia e, mais recentemente, a protonterapia. O caminho da inovação no setor deve seguir esta direção, trazendo tecnologias cada vez mais seguras e precisas, para a melhora, bem estar e cura do paciente (SALOMON, 2010).

O principal uso da radioterapia atualmente é a eliminação ou controle de cânceres. Um câncer pode ser entendido como uma doença provinda da renovação de tecidos, um efeito colateral dos mecanismos de proteção do próprio corpo, seja ele humano ou de qualquer outro animal. Mecanismos muito frágeis de renovação e reparação trabalham 24 horas por dia para que os defeitos na transcrição e tradução de genes não resultem em proteínas defeituosas (entre outros problemas que podem surgir caso não existissem tais sistemas de correção). Essa doença surge da violação das regras básicas do comportamento social celular e é considerada (junto com doenças infecciosas, guerras, má nutrição e doenças cardíacas) como uma das principais causas de morte na população humana. Estima-se, por exemplo, que na Europa e América do Norte 25% das pessoas terá como causa de sua morte algum tipo de câncer (ALBERTS *et al.*, 2008).

Os casos de câncer no Brasil também têm aumentado como resultado, sobretudo, da diminuição da taxa de natalidade e do envelhecimento da população. No ano de 2004, as mortes pelos diversos tipos da doença só perderam para os problemas do aparelho circulatório no país (INCA, 2006).

Quanto mais o câncer se espalhar, mais difícil seu tratamento, portanto é fundamental que ele seja rapidamente diagnosticado e tratado. Daí a necessidade do constante desenvolvimento de técnicas para tratamento de tumores, como a radioterapia.

O desenvolvimento tecnológico é formado por fatores sociais, dos quais os econômicos têm um papel essencial (VERSPAGEN, 2007). O crescimento econômico e a transformação da economia envolvem uma realocação permanente de recursos, bem como dos esforços de investigação entre os diferentes setores, e é plausível supor que um maior esforço será colocado em áreas que oferecem relativamente maior crescimento e oportunidades de lucro (embora as

duas possam não ser necessariamente coincidentes) (DOSI, 1982). No caso do setor de Aparatos Médicos que usam radiação Alfa, Beta ou Gama (que inclui também o uso de fontes radioativas como, por exemplo, o  $^{60}\text{Co}$  e o  $^{192}\text{Ir}$ ) foram transacionados valores superiores, em média, a 17 milhões de dólares anuais de importação (Tabela 1) (ONU, 2014), podendo-se concluir que o setor fornece boas oportunidades de negócios para as empresas que desejam desenvolver internamente essas tecnologias, seja em *hardware* ou *software*.

Tabela 1 - Importação de equipamentos de radioterapia no Brasil, dados correntes

Ano	País exportador	Quantidade de equipamentos negociados	Massa total (kg)	Valor total (US\$)
<b>2006</b>	<b>MUNDO</b>	<b>40</b>	<b>61.303,00</b>	<b>7.404.726,00</b>
	Alemanha	1	800,00	464.760,00
	EUA	37	60.381,00	6.844.266,00
	Holanda	2	122,00	95.700,00
<b>2007</b>	<b>MUNDO</b>	<b>19</b>	<b>138.943,00</b>	<b>11.564.370,00</b>
	Alemanha	4	18.320,00	1.742.513,00
	Canadá	1	4.707,00	396.780,00
	EUA	11	111.427,00	8.786.225,00
	Holanda	1	589,00	191.102,00
	Israel	2	3.900,00	447.750,00
<b>2008</b>	<b>MUNDO</b>	<b>73</b>	<b>115.292,00</b>	<b>12.973.930,00</b>
	Alemanha	23	47.893,00	6.425.006,00
	EUA	48	67.010,00	6.392.749,00
	Holanda	1	378,00	150.000,00
	Reino Unido	1	11,00	6.175,00
<b>2009</b>	<b>MUNDO</b>	<b>27</b>	<b>23.934,00</b>	<b>4.858.920,00</b>
	Alemanha	4	1.578,00	969.631,00
	EUA	20	572,00	289.771,00
	Holanda	1	378,00	220.322,00
	Reino Unido	2	21.406,00	3.379.196,00
<b>2010</b>	<b>MUNDO</b>	<b>ND</b>	<b>258.470,00</b>	<b>35.483.575,00</b>
	Alemanha	ND	11.138,00	2.938.265,00
	China	ND	9.800,00	750.212,00
	EUA	ND	72.984,00	8.162.982,00
	Holanda	ND	2.558,00	1.133.338,00
	Reino Unido	ND	161.990,00	22.498.778,00

<b>2011</b>	<b>MUNDO</b>	<b>17</b>	<b>139.281,00</b>	<b>14.743.934,00</b>
	Alemanha	2	679,00	405.653,00
	China	2	18.600,00	957.944,00
	EUA	4	47.098,00	4.124.103,00
	Holanda	2	460,00	82.395,00
	Reino Unido	7	72.444,00	9.173.839,00
<b>2012</b>	<b>MUNDO</b>	<b>32</b>	<b>190.323,00</b>	<b>24.049.854,00</b>
	Alemanha	2	664,00	428.578,00
	China	10	9.807,00	891.389,00
	EUA	2	1.848,00	666.342,00
	Holanda	3	1.148,00	769.312,00
	Reino Unido	14	141.154,00	18.977.100,00
	Suécia	1	1.907,00	2.317.133,00
<b>2013</b>	<b>MUNDO</b>	<b>31</b>	<b>171.257,00</b>	<b>26.822.737,00</b>
	Alemanha	3	1.751,00	543.932,00
	Canadá	3	1.492,00	307.133,00
	China	1	9.574,00	1.006.327,00
	EUA	8	3.657,00	5.470.853,00
	Holanda	5	2.664,00	1.200.022,00
	Reino Unido	10	98.866,00	16.295.959,00
	Suécia	1	2.034,00	1.998.511,00

*\*ND: Informação Não Disponível*

Fonte: ONU, 2014

Destaca-se que os equipamentos mais usados hoje em dia nas terapias por radiação (radioterapia) são os aceleradores lineares. Um acelerador linear é um sistema que inclui, classicamente, um acelerador de partículas carregadas e algumas bobinas de deflexão, sendo que estas servem para mudar tanto o deslocamento posicional quanto angular de um feixe de partículas carregadas, em direção a um alvo de metal muito denso. Quando essas partículas se chocam com o alvo, ocorre a emissão de raios-X (Figura 4) (INTYRE, NUNAN, 1974).

Após algum produto ter sido desenvolvido e antes de ser colocado no mercado, deve-se estimar seu valor, e o mesmo raciocínio é válido para sua patente, ou seja, o documento que protege a invenção de ser explorada comercialmente por quem não seja de interesse de seu proprietário. O processo de atribuir valor a alguma coisa é importante em razão de integrar a base

das decisões envolvendo quantidades significativas de dinheiro ou transferência de bens de uma parte para outra (THOMAS; GUP, 2010). As pessoas conferem valor aos bens por diversos motivos, entre eles pode-se considerar, por exemplo, a compra de um ativo por um preço justo, a resolução de uma disputa judicial com um ex-sócio ou mesmo saber se um projeto deve ser concluído ou abandonado. Mas valorar um ativo não é um processo fácil. Mais do que aplicar algumas técnicas já desenvolvidas, é necessário lidar com incertezas e riscos que muitas vezes, (talvez a maioria delas) não são conhecidos no setor. Assim, para se valorar um ativo, além de se conhecer bem as técnicas de valoração, deve-se conhecer o mercado para o qual se destina o bem a ser valorado, bem como estimar o perfil econômico regional (ou mundial) no período interessante para a valoração. Dessa forma, o grande desafio da valoração é ser precisa, mesmo lidando com riscos desconhecidos e informações incompletas ou não disponíveis. Valorar é importante principalmente para não se recusar um negócio devido a uma incerteza sobre seu prospecto futuro. Declinar de um negócio assim pode ser algo que não faz sentido, uma vez que todos que podem realizar este negócio encontram as mesmas incertezas (DAMODARAN, 2011).

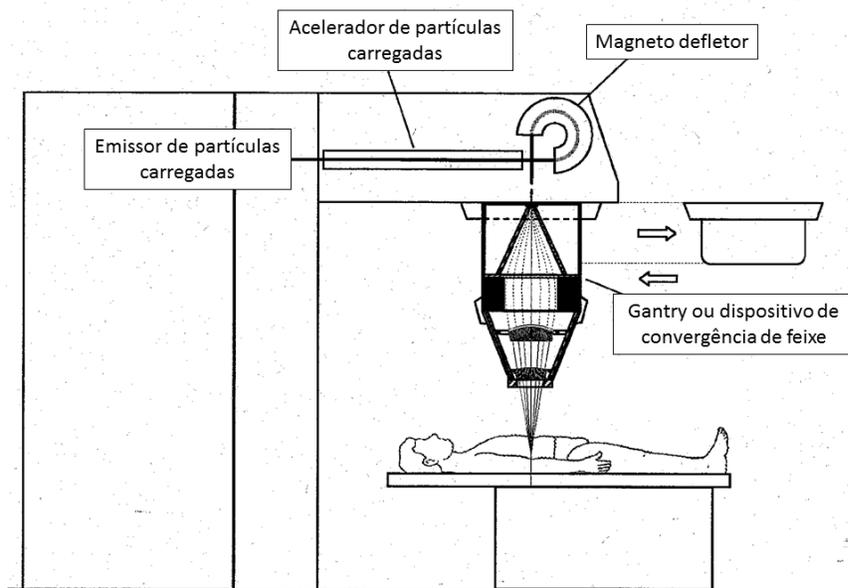


Figura 4 – Esquema de acelerador linear

Fonte: Adaptado de Figueroa e Valente (2012)

O valor de uma patente tem sido determinado teoricamente em função de seu período de validade, amplitude de proteção, atividade inventiva, divulgação de seu conteúdo e dificuldade de

se inventar algo parecido (REITZIG, 2003). Mas não existem evidências empíricas que a maior parte desses pressupostos realmente determine o valor de uma patente. Logo, é necessário conhecimento empírico para se valorar uma patente, o que traz consigo o conhecimento do mercado em que ela atuará. Esse fato mostra a necessidade de um profissional muito bem treinado, que conheça bem o setor em que atuará, manipule bem diversos métodos de valoração e tenha certas noções de direito e legislação patentária.

Mais do que ainda desconhecidos, os fatores que determinam o valor de uma patente podem ser diferentes dependendo do setor que será analisado. Nas áreas que envolvem alta tecnologia (como é o caso das tecnologias de semicondutores, por exemplo), a atividade inventiva e a inovação que ela traz podem ser consideradas como as qualidades mais importantes de uma patente, enquanto a dificuldade de se inventar algo parecido e a divulgação do conteúdo têm importância limitada (REITZIG, 2003). Porém, enquanto em alguns campos algumas poucas variáveis podem ser consideradas fundamentais para uma valoração patentária, ainda existe uma divergência na literatura sobre alguns outros fatores, como por exemplo, o número de citações das patentes, sendo consideradas proporcional ou indiferente ao valor atribuído à patente (NAIR *et al.*, 2011; SAPSALIS *et al.*, 2006). Logo, é necessário saber muito bem qual o tipo de ativo que se irá valorar, para se mapear ou estimar quais variáveis serão importantes ou indiferentes no processo de valoração. Finalmente, após serem mapeadas as funções que diferenciam ou não o valor de uma patente, devem ser usados métodos de valoração, como fluxo de caixa descontado, árvores de decisão, opções reais etc. (PITKETHLY, 1997) e devem ser usados com cuidado.

Considerando-se uma abordagem macro, Rassenfosse e Potterie (2009) mostram resultados que sugerem que os indicadores de patente, se utilizados adequadamente, também refletem a produtividade dos países das pesquisas. Este resultado é particularmente útil num momento em que a importância das patentes como indicadores de desenvolvimento inventivo é frequentemente posta em xeque. Na contramão da produção patentária, o Brasil produz cada vez mais artigos científicos (RIGHETTI, S, 2013), porém só possui produção de tecnologia (e patentes) de forma relevante nos setores petroquímico e de químicos para a agricultura. Quanto aos outros países emergentes, a Índia só se destaca na produção de patentes farmacêuticas e a Rússia em física, geofísica e ciência espacial. Destacando-se no setor, companhias da China e a Coreia do Sul, por outro lado, foram responsáveis por quase 15% de todos os pedidos de patentes

do mundo (84% das patentes entre os emergentes) sendo grandes atores globais atualmente (ADAMS *et al.*, 2013).

### **2.3 Bibliometria, mapeamento e localização de rotas tecnológicas**

O desenvolvimento tecnológico depende principalmente da criatividade dos desenvolvedores ou designers de produto (YOON, 2008). A proliferação de novas tecnologias está cada vez ocorrendo mais rapidamente neste século, fazendo com que o ciclo de vida dos produtos seja cada vez mais curto. Isso faz com que as empresas que desenvolvem constantemente novos produtos e se mantêm na fronteira consigam competitividade neste ambiente turbulento, levando a um maior interesse na pesquisa e desenvolvimento como fonte de inovação (LEE *et al.*, 2009). Os padrões de inovação Schumpeteriana englobam a entrada de novos atores no mercado, como universidades e organizações de pesquisa como fontes de inovação, e a variedade das fontes de conhecimento em nível tecnológico. Isso indica que não são só as empresas em si que estão envolvidas no processo de inovação, deve-se notar todos os possíveis players para uma boa estratégia (CORROCHER *et al.*, 2007). Ao mesmo tempo, a capacidade tecnológica das firmas pode ser entendida como sua capacidade de mercado e pode indicar as forças e fraquezas de uma companhia (LEE *et al.*, 2009).

Uma das variáveis que afetam os ciclos de longo prazo do desenvolvimento capitalista pode ser o estabelecimento de amplas novas trajetórias tecnológicas, as quais poderiam explicar a formação de grupos. Se as inovações e, ainda mais importante, o "agrupamento" no tempo têm impacto econômico, se os avanços técnicos são cumulativos e se as estruturas oligopolistas tendem a se apropriar daquelas ligações tecnológicas, o processo de mudança técnica, como tal, não é susceptível de produzir a convergência entre os países a partir de diferentes níveis tecnológicos. Políticas tecnológicas imitativas, neste caso, podem não ser suficientes e a intervenção pública destinada à convergência pode afetar os fluxos de comércio, investimento estrangeiro, e a estrutura da indústria nacional (DOSI, 1982).

Para identificar discontinuidades tecnológicas, num contexto para melhorar a efetividade do processo de tomada de decisão, muitos autores vêm, desde 1970, sugerindo uma observação mais sistemática das tendências tecnológicas, em forma de um processo sistemático de aquisição de informação. Muitos motivos vêm sendo considerados em porque uma empresa inova e a outra,

não. Os mais comuns são incompetência gerencial, inércia organizacional, falta de recursos, cultura organizacional e capacidades de prospecção insuficientes. Um processo sistemático de prospecção tecnológica é unanimemente considerado um fator importante na redução do risco de fracasso organizacional em face da mudança tecnológica radical e podem ser centrados nas etapas de aquisição, avaliação e comunicação de informações. No entanto, há uma falta de conhecimento sobre como as formas de coordenar os processos de prospecção de tecnologia devem interagir de modo a reduzir a probabilidade de falha no caso de mudança tecnológica radical. Explicita-se também que os processos de prospecção tecnológica tendem a ser mais formais e participativos em setores mais dinâmicos (LICHTENTHALER, 2007).

Como um método para melhorar o desempenho do desenvolvimento da tecnologia com criatividade, a prospecção tecnológica foi introduzida para identificar possíveis alternativas para a nova tecnologia e reduzir, assim, a probabilidade de falha em face de descontinuidades tecnológicas. Esta noção inclui o monitoramento de tecnologia, avaliação tecnológica, tecnologia de previsão e assim por diante. A prospecção de forma sistemática tem várias vantagens em comparação com uma abordagem baseada em opinião de especialista em gestão de tecnologia. Em primeiro lugar, pode-se lidar com grandes volumes de informação que não poderiam ser analisadas por seres humanos sozinhos. Em segundo lugar, ferramentas de inteligência de tecnologia podem gerar uma quantidade significativa de informações que os seres humanos não podem produzir. Pode-se, com os métodos de prospecção baseados em computador, visualizar a relação entre a tecnologia e as empresas e analisar as características da tecnologia com análise estatística (YOON, 2008).

O processo de prospecção também pode se dar com base em informações informais que às vezes ocorre em departamentos de P&D. Este pode ser interpretado como um tipo informal de prospecção, e muitas vezes analisa situações de mudança tecnológica radical, mas negligencia a existência de processos de prospecção formalizados. Em vez disso, a importância de indivíduos específicos na coleta de informações é enfatizada. Além disso, mostra-se que as inovações e tendências radicais muitas vezes têm de ser impulsionadas contra as forças internas que não vêm as oportunidades como inovadoras, e faz com que o promotor da inovação tenha que colocar a importância dessa inovação numa linguagem a ser entendida pelos gerentes. Como esse campo de pesquisa aborda apenas as atividades informais e considera ou coleta de informações ou o papel de promotores, pode-se deduzir que os níveis hierárquicos contribuem de forma diferente para o

processo prospecção de tecnologia em situações de mudança radical, nesses casos (LICHTENTHALER, 2007).

As empresas avaliam os direitos de propriedade intelectual e a qualidade desses documentos para desenvolver produtos inovadores e encontrar tendências. As reivindicações (*claims*) das invenções são protegidas por lei e a qualidade desses documentos é importante para se proteger de competidores, o que afeta o valor da patente. Como as patentes proveem uma significativa proteção financeira nos negócios, as firmas que não consigam processar esse tipo de informação falham em estratégias de competição de mercado e tendem a perder competitividade (TRAPPEY *et al.*, 2012). O valor da patente também pode ser relacionado à quantidade de citações, sobretudo quando a empresa possui um portfolio de patentes proeminente. É interessante notar, porém, que nem sempre há um aumento no valor de uma patente com a quantidade de citações: caso a patente permita gerar produtos competidores no mercado, o crescimento nas citações pode vir com uma redução no valor da patente (PATEL, WARD, 2011). A criação de um portfolio de patentes é a combinação de processos para defesa estratégica. Esse processo é similar a se fazer uma cerca e previne que concorrentes entrem no mercado com tecnologias semelhantes (TRAPPEY *et al.*, 2012). No caso de mercados fora do país de origem da companhia, a atividade patentária normalmente vem com o objetivo de se proteger um mercado em potencial. Como isso pode ser um processo relativamente caro, é razoável assumir que a proteção intelectual no estrangeiro ocorra se o mercado no local for consideravelmente grande e é muito relacionada, também, ao nível tecnológico dos inventos e ao sistema patentário do país (ABRAHAM, MOITRA, 2001).

O trabalho com patentes suporta monitorar campos de atuação, invenções similares, para quais indústrias se aplica a tecnologia e pra quais indústrias ou mercados ela pode vir a ser aplicada futuramente. A Figura 5 indica a possibilidade de uso de tecnologias em diferentes indústrias usando análise de citações de patentes, baseando-se em fluxos tecnológicos e assumindo-se que esses fluxos possam aumentar as possibilidades dos usos dessas tecnologias (LEE *et al.*, 2009)

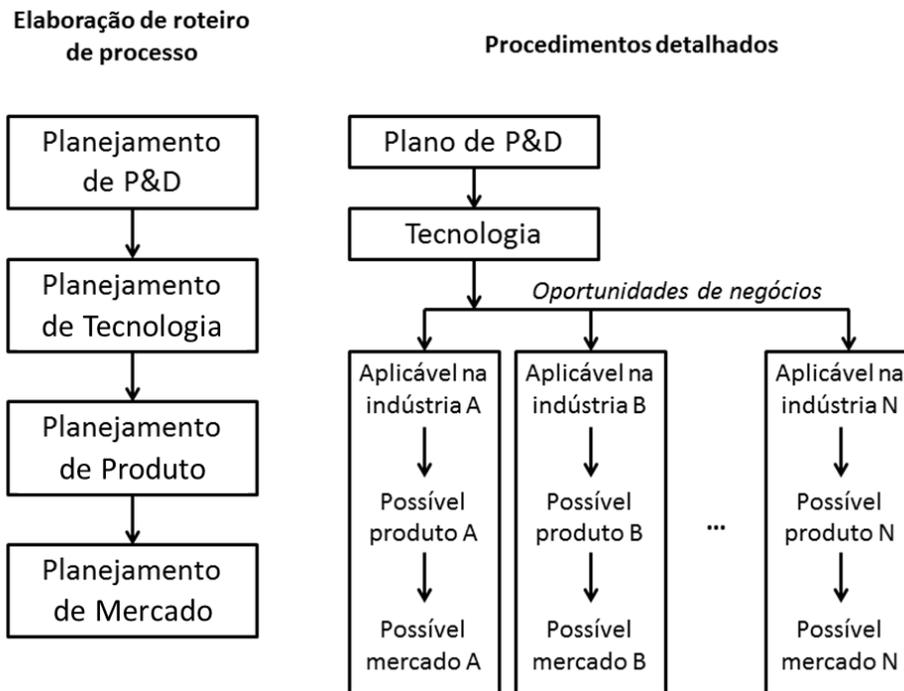


Figura 5 – Etapas de planejamento de um plano direcionado ao desenvolvimento de tecnologia

Fonte: adaptado de Lee et al. (2009).

Patentes também servem como um importante indicador em muitos estudos em tecnologia – e esta é um fator crítico para o gestor formular suas estratégias de negócio (CHANG, 2012). Nota-se que existem dados de patentes já há um longo período, sendo mais de dois séculos no caso norte americano, e estes documentos contêm dados técnicos detalhados das invenções (VERSPAGEN, 2007). Entender as tendências tecnológicas é fundamental para que as companhias possam manejar as oportunidades de negócios e a competição em seu mercado e prever as capacidades que serão exigidas futuramente (GEUM *et al.*, 2012).

Uma nova tendência é o surgimento de uma convergência tecnológica, ou seja, tecnologias de diferentes áreas estão se mesclando para formar novas áreas e produtos. Um caso prático é a fusão entre a biotecnologia e a tecnologia da informação (GEUM *et al.* 2012). A história da mudança tecnológica, em geral, é feita por algumas poucas mudanças radicais seguidas de muitos melhoramentos incrementais. Esses melhoramentos acontecem no processo de difusão da tecnologia e o processo de invenção-inovação-difusão pode ser tomado literalmente como um processo (VERSPAGEN, 2007). O caso de equipamentos médicos de alta complexidade é outro, uma vez que os aparatos combinam engenharia, tecnologia da informação,

de materiais etc. Isso foi observado, por exemplo, em Barberá-Tomás *et al.* (2011) que, usando dados patentários de próteses cirúrgicas de disco vertebral, encontraram conectividade nas citações das patentes, validando este método para análise rotas tecnológicas e abrindo caminho para promover a inovação.

É difícil saber quais são as capacidades dos concorrentes e onde estão alocados, uma vez que, devido à convergência digital (também chamada de convergência industrial) um mesmo produto pode ser suprido por áreas antes diferentes e uma companhia atuando numa área pode produzir produtos para outra. Toda a estratégia de negócios de uma companhia deve ser baseada nesse novo modelo, sobretudo sua estratégia tecnológica (CHANG, 2012). Normalmente uma convergência tecnológica tem um papel dominante para a convergência industrial (GEUM *et al.*, 2012), o que pode levar a firma a uma vantagem mercadológica.

Análises de dados de patentes já são há muito tempo considerados importantes para se avaliar mudanças tecnológicas e são empregadas nas organizações e em pesquisas, sobretudo nos campos de engenharia, academia e política tecnológica (TRAPPEY *et al.*, 2012). Também podem ser usadas para analisar a política (sobretudo no que tange à pesquisa e desenvolvimento) de uma firma (ABRAHAM, MOITRA, 2001), porém documentos patentários são ricos em terminologias técnicas e exigem grande esforço humano em suas análises (TSENG *et al.*, 2007), o que traz um campo bom para *softwares* que otimizem este serviço. O uso de ferramentas bibliométricas já se provou eficiente para se prever cenários e antecipar comportamentos organizacionais e pessoais em setores como células-combustível, segurança alimentar e armazenamento ótico de informações (DAIM *et al.*, 2006).

Segundo Tseng *et al.* (2007), um cenário típico de análises de patente segue o roteiro:

- a) Identificação da tarefas: definir escopo, conceitos e propostas para a tarefa de análise
- b) Procura: busca iterativa, filtragem e download da amostra de patentes
- c) Segmentação: segmentar, limpar e normalizar a pesquisa
- d) Resumir: analisar as patentes e sumarizar seus *claims*, tópicos, funções e/ou tecnologias
- e) Clusterização: agrupar ou classificar as patentes analisadas baseadas nos atributos descobertos
- f) Visualização: criar as matrizes de efeito tecnológico ou os mapas conceituais
- g) Interpretação: prever tecnologias ou tendências e relações de negócios

Recentemente, estão sendo aplicadas as mais diversas ferramentas comuns de bibliometria para análises patentárias. As vantagens em tecnologias de “text mining” e mapeamento de termos-chave são inúmeras, sendo que já foi provado que esse tipo de tecnologia é efetivo em cenários reais de negócios e, em muitos aspectos, permite ao analista passar além dos limites da pura e convencional classificação de patentes (FATTORI *et al.* 2003). Um processo de mapeamento, por exemplo, pode ser usado para indicar as oportunidades de negócios de uma companhia e permiti-la se planejar-se para o mercado (LEE *et al.*, 2009). Finalmente, para se transformar dados em conhecimento acessível, muito esforço humano é demandado, como o conhecimento da tecnologia e as necessidades de uso das informações existentes pelas organizações (VEUGELERS *et al.*, 2010).

Houve grande mudança tecnológica após o período da II Guerra Mundial no século passado, sendo que a diversificação tecnológica se deu com a formação de uma estrutura de campos de engenharia e de base científica especializada para sistemas tecnológicos mais integrados, através da fusão de diversos campos que anteriormente eram ramos separados de tecnologia. O novo paradigma que rege os caminhos evolutivos de rotas tecnológicas forma, em maior medida, relação em intergrupual complementar, em vez de canais individuais mais isoladas do desenvolvimento. Evidências também mostram como a contribuição relativa de todos os grandes grupos tecnológicos para caminhos ou trajetórias tecnológicas específicas contribuíram para várias direções alternativas de desenvolvimento. A análise também mostra que as rotas tecnológicas típicas de grande importância para cada grupo tecnológico (bem como das famílias tecnológicas possivelmente interrelacionadas) explicam a evolução tecnológica melhor do que as medidas agregadas convencionais que dão uma imagem ilusória (ANDERSEN, 1998).

A identificação da uma rota tecnológica e de relacionamento é realizada principalmente através da análise de patentes (KIM *et al.*, 2011). A mesma ideia de progresso técnico pode ser rigorosamente definida dentro de uma rota tecnológica como melhorias nos *trade-offs* entre as dimensões tecnológicas e econômicas que ela representa, porém pode revelar-se impossível comparar *ex ante* dois caminhos tecnológicos diferentes – e, em alguns casos, até mesmo *ex post* pode haver dificuldade esmagadora de se fazer esta comparação, por motivos unicamente tecnológicos (DOSI, 1982). A noção de uma trajetória sugere que existe um grau de seletividade sobre os principais caminhos, no sentido de que o que emerge expõe o principal fluxo de ideias é focada numa vizinhança bastante limitada de tecnologia, e outras vizinhanças, embora possam

contribuir em certa medida, não são importantes para a corrente principal de modo contundente. Além disso, o caminho de uma rota sugere que existe um elevado grau de cumulatividade sobre o desenvolvimento ao longo dos caminhos principais. Cada nova inovação baseia-se em conhecimentos prévios, e geralmente vai estender as ideias existentes (VERSPAGEN, 2007). Se trajetórias tecnológicas vierem a ser um caso geral na história moderna da tecnologia, torna-se mais plausível supor um conjunto discreto (e limitado) de combinações de entrada. A mudança técnica deve ser rigorosamente relacionada com o seu movimento "para fora" (DOSI, 1982).

#### **2.4 Análise de redes e sua aplicação em patentes**

Redes econômicas e sociais fazem parte importantíssima de nossas vidas. Elas têm papel em funções desde como as doenças se espalham até quais produtos compramos, que línguas nós falamos ou em quem votamos, se nos tornaremos criminosos ou como conseguiremos crédito bancário. Uma rede é formada pela soma de diversas ligações (links) entre indivíduos (nodos), e resultam em intrincadas geometrias responsáveis por certos comportamentos possíveis futuros. As incontáveis formas estruturas em formato de rede afetam (positiva e/ou negativamente) nosso bem estar tornam crítica a necessidade de entendimento de a) como essas estruturas afetam o comportamento e b) quais formas de rede podem surgir numa sociedade (JACKSON, 2010). Algumas das várias análises possíveis dentro de uma estrutura em forma de rede são explanadas a seguir (JACKSON, 2008):

##### i) Diâmetro de rede

É a maior geodésica da rede, ou seja, o menor caminho entre os dois pontos mais distantes de uma rede. O maior diâmetro possível é numa rede circular, e este será  $n/2$  (se a quantidade  $n$  de nodos for par) ou  $(n-1)/2$ , se for ímpar. Em estruturas em formato de árvore (ou com várias conexões que possam dar um formato dessa forma), o diâmetro será aproximadamente  $2 \cdot \log_2(n+1)$ .

##### ii) *Clustering* (“agrupamento”)

Significa à qual fração da totalidade dos nodos um nodo  $x$  está conectado, está conectada entre si. O coeficiente médio de *clustering* é dado pela fórmula:

$$Cl(g) = \frac{\sum_i Cl_i(g)}{n}$$

em que  $Cl(g)$  é a medida de *clustering*.

Sendo que  $Cl_i(g)$  olha todos os pares de nodos ligados  $i$  e considera quantos estão ligados uns aos outros.

### iii) Centralidade de Grau

Significa o quanto um nodo está conectado aos outros. Costuma ser normalizado dividindo-se o número de conexões por  $(n-1)$ , assim um nodo conectado a todos os outros terá centralidade de grau 1.

### iv) Closeness Centrality ou Densidade de centralidade

Significa o quão fácil um nodo pode alcançar outros. A *closeness centrality* segue a fórmula:

$$Ce = \frac{(n-1)}{\sum_{i \neq j} l(i,j)}$$

em que  $Ce \equiv Closeness centrality$  e  $l(i,j)$  é o número de ligações no menor caminho entre  $i$  e  $j$ . Em alguns casos pode-se colocar um parâmetro de decaimento  $\delta$  (em que  $0 < \delta < 1$ ), para que quanto mais distante um nodo esteja de outro, aquele influencie menos este (em que para um nodo com distância = 1, multiplique-se por  $\delta$ , distância = 2,  $\delta^2$ , distância = 3,  $\delta^3$  e assim por diante).

### v) Betweenness Centrality

Significa o quanto um nodo faz o papel de conector, de intermediário entre outros nodos. Sendo  $P_i(kj)$  o número de geodésicas entre  $k$  e  $j$  aos quais  $i$  pertence e seja  $P(kj)$  o número total de geodésicas entre  $k$  e  $j$ , pode-se levantar a importância de  $i$  nesse sistema pela relação  $P_i(kj)/P(kj)$ , sendo que quanto mais próxima essa relação for de 1, mais importante é este ponto  $i$  no caminho entre estes dois nodos. Expandindo-se para todos os nodos de uma rede, a *betweenness centrality* de um nodo  $i$  será:

$$Ce_i^B(g) = \sum_{k \neq j: i \notin \{k,j\}} \frac{P_i(kj)/P(kj)}{(n-1) \cdot (n-2)/2}$$

em que  $Ce_i^B \equiv Betweenness Centrality$

vi) *Eigenvector Centrality* (centralidade de autovetor)

Uma das mais elegantes, tanto em termos matemáticos como filosóficos, das centralidades abordadas numa rede, a centralidade de autovetor considera não só a conectividade ou a densidade das ligações de um nodo, mas também a “importância” de sua vizinhança, ou seja, dos nodos que ele está conectado e dos que estes estão conectados e assim por diante. Esta noção de centralidade é usada, por exemplo, nos mecanismos de busca do Google, para que os resultados sejam os mais relevantes possíveis. Em notação matemática, tem-se que a centralidade de autovetor associada à rede  $g$  seja:

$$\lambda C_i^e(g) = \sum_j g_{ij} C_j^e(g)$$

Ou, em notação matricial:

$$\lambda C^e(g) = g C^e(g)$$

em que  $\lambda$  é um fator de proporcionalidade, o que faz com que  $C^e(g)$  seja um autovetor de  $g$  e  $\lambda$  seu respectivo autovalor.

Redes econômicas também podem ser subdivididas em redes menores, o que facilita a identificação e análise de comunidades. Uma comunidade (também chamada de subgrupo) é um grupo de nodos em que os nós são densamente interligadas em comparação com o resto da rede. Uma rede tem a estrutura de comunidades quando há mais ligações dentro dos subgrupos comparativamente às ligações entre os subgrupos. Descobrir a estrutura da comunidade em uma determinada rede significa encontrar a uma estrutura de subgrupo bem descrita em sua estrutura (KIM *et al.*, 2009). Os nodos de subgrupos de uma mesma rede serem fracamente conectados a nodos de outros subgrupos e fortemente conectados entre si formam uma estrutura chamada de modular, que é onipresente em redes complexas e cuja detecção permite levantar *insights* sobre a relação de estrutura e funcionalidade da mesma (ARENAS *et al.*, 2008). A análise de modularidade permite indicar a formação de comunidades comparando a expectativa de ligações entre nodos numa rede com suas ligações dentro de um dado subgrupo (LAMBIOTTE *et al.*, 2009) e, assim, o problema de detecção de comunidades requer a partição de uma rede de nós densamente conectados, sendo que nós que pertencem a módulos diferentes são apenas esparsamente conectados entre si (BLONDEL *et al.*, 2008). A definição matemática de

modularidade é expressa em termos da matriz de adjacência ponderada  $w_{ij}$ , que representa o valor ponderado da ligação entre os nodos  $i$  e  $j$  (zero, caso não exista) e a intensidade  $w_i = \sum_j w_{ij}$  como

$$Q = \frac{1}{2w} \sum_i \sum_j \left( w_{ij} - \frac{w_i w_j}{2w} \right) \delta(C_i, C_j)$$

em que o delta de Kronecker para  $C_i$  e  $C_j$  tem valor um quando  $i$  e  $j$  estão no mesmo grupo e zero de outra forma, sendo a intensidade  $2w = \sum_i w_i$ . Para redes não ponderadas,  $w_i$  se torna o valor do grau de  $i$  e  $w$  é o total de ligações da rede (ARENAS *et al.*, 2008). A análise de modularidade é utilizada, em outras palavras, para comparar a qualidade das partições obtidas por métodos diferentes, mas também como uma função objetivo de otimizar a interpretação de dados. Apesar de sua precisão ser um problema muito difícil de se tratar computacionalmente para grandes redes, existem algoritmos de aproximação, em geral usando métodos de força bruta, que podem chegar a boas aproximações para os agrupamentos (BLONDEL *et al.*, 2008).

Voltando ao campo de patentes, Brantle e Fallah (2007) propõem que análises de citações patentária por meio de redes econômicas sejam feitas, uma vez que esta ferramenta é tão útil quanto técnicas estatísticas ou econométricas “tradicional”, uma vez que a probabilidade de uma patente estar muito ligada a outra, nestes casos, é muito maior do que a ligação fosse simplesmente aleatória. Finalmente, o processo de análise patentária por redes deve seguir um caminho ótimo para que o estudo seja bem feito, desde a coleta de dados até a análise final, como é mostrado na Figura 6.

Representa-se uma rede de citações de patentes como uma coleção de vértices e arestas. Os vértices (patentes) representam partes de conhecimento que dependem uns dos outros. As bordas são conexões entre eles, neste caso, as citações entre duas patentes (VERSPAGEN, 2007). No entanto, a validade da análise de conectividade, como todas as metodologias de citações de patentes, é reduzida em determinados requisitos do sistema jurídico. Como exemplo, tem-se o fato de que os examinadores de patentes podem inserir citações numa patente. A hipótese mais forte, ou seja, que uma citação da patente A pela patente B indica que a A foi usada para inventar B, é claramente o mais propenso a erros. Esta ressalva aponta para a importância da validação externa de metodologias de citações de patentes. Neste caso, a patente é considerada importante se abriu o caminho para uma bem sucedida linha de mais inovação.

As citações são uma forma de identificar que tais patentes recebem um importante feedback especial a partir da experiência de "mundo real" de uso comercial. Isto é especialmente

verdade para as tecnologias médicas, onde o uso clínico regular é uma poderosa força motriz do crescimento do conhecimento. Antes da primeira introdução de um produto para o mercado clínico, o conhecimento clínico é menos preciso, uma vez que é baseada em produtos antigos, que são qualitativamente diferentes da inovação (BARBERÁ-TOMÁS *et al.*, 2011). Assim, toma-se aqui como rota todo caminho entre uma patente e outra, sendo ele tendo sido inserido tanto pelo inventor quanto pelo examinador, uma vez que ambos ditam uma tendência que se está sendo seguida.

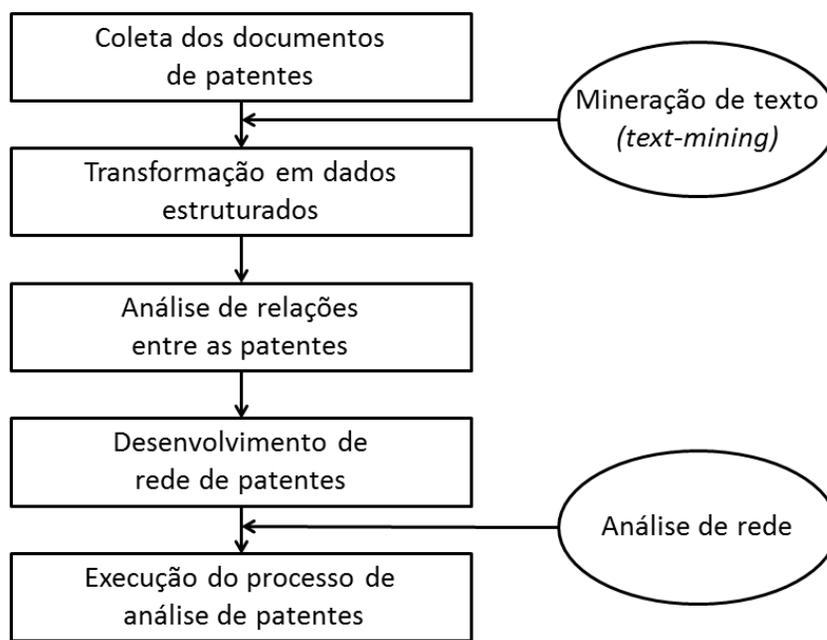


Figura 6 – Processo de análise de patentes baseado em redes

Fonte: Adaptado de Yoon e Park (2004).

Pode-se aproximar a possibilidade de citação de uma patente como uma função de atratividade,  $A(k,l)$ , que depende do grau de entrada de citações  $k$  e da idade da patente citada,  $l$ , e um fator normalizador de tempo  $S(t)$ , dependente de  $k$  e  $l$ . Aplicando-se essa técnica para dois tipos de modelo de citação: um que cresce com o grau de entrada  $k$  e outro que depende da idade, em formato de lei de potência. A interação desses dois processos, juntamente com um crescimento no número de citações feitas por cada patente, governa a estrutura emergente da rede. Particularmente, é notável o resultado de que a penhora preferencial é super-linear, o que implica que as patentes são altamente estratificadas em “citabilidade”, e a descoberta de uma

cauda de lei de potência na dependência idade, mesmo para um pequeno  $k$ , indica não apenas que algumas patentes permanecem importantes para tempos muito longos, mas também que, mesmo patentes dormentes podem ressurgir depois de forma importante (CSÁRDI *et al.*, 2007).

A técnica também foi usada para investigar a dependência do tempo da cinética de crescimento da rede de citações de patentes. Em geral, o aumento do número de patentes emitidas foi acompanhado por crescentes citações feitas por cada patente, de modo que a chance de uma nova patente ser citada no próximo período de tempo cresce ao longo do tempo. Este resultado sugere que, em média, as patentes não estão se tornando menos “citáveis”, porém, houve uma mudança na cinética de crescimento subjacentes desde aproximadamente o ano de 1993. Desde aquela época, o apego preferencial no sistema de patentes tornou-se cada vez mais forte, o que indica que as patentes estão cada vez mais estratificadas, com cada vez menos patentes recebendo mais e mais das citações. Patentes pioneiras em suas áreas parecem dominar as citações. Esta tendência pode ser consistente com os temores de uma patente seja focalizada, com mais e mais patentes com avanços técnicos mínimos em torno dela. Estas patentes mais “densas” são muito citadas, porém as que as citaram são de pouca importância para a continuidade da linha tecnológica. Estas observações são consistentes com as recentes sugestões de que a qualidade de uma patente diminui em consequência de padrões insuficientes de atividade inventiva (CSÁRDI *et al.*, 2007).

Finalmente, no caso de deslocamento, uma tecnologia dominante é substituída por uma subordinada, mas pode continuar por algum tempo depois. A adição de uma nova tecnologia vem enquanto as tecnologias anteriores também continuam a ser empregadas. A conversão faz uso de conhecimento prévio para desenvolver uma nova tecnologia. Este é o mais próximo de um cenário de caminho-quebra, ainda remanescentes do antigo pode continuar no novo. Os resultados das iterações entre os agentes conhecedores e forças envolvidas nas diferentes fases da nova criação de rota são imprevisíveis. Eles podem levar a mudanças na paisagem tecnológica existente, como uma nova tecnologia difunde a uma massa crítica em que ponto ele poderia ser descrita como constituindo um novo caminho. Alternativamente, as barreiras para a difusão podem ser tão grandes para evitar nova criação de caminho e manter trajetórias de desenvolvimento anteriores dependentes do caminho (SIMIE, 2012).

### 3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

#### 3.1 Tipo da pesquisa

Esta pesquisa é descritiva. Serão aplicadas técnicas de análise qualitativas e quantitativas a um conjunto de patentes de aparelhos de terapia por radiação. O conjunto de patentes será o de famílias de patentes de código A61N 5/10 com data de prioridade entre os anos 1994 e 2013, conjunto que engloba mais de 4000 famílias de patentes nos últimos 20 anos.

#### 3.2 Definição de Termos e Variáveis

Nesta seção serão apresentadas as definições operacionais dos termos e variáveis utilizados neste trabalho.

- a) Rota tecnológica: uma rota tecnológica (ou trajetória tecnológica) é o processo combinado de uma mudança radical seguida de inovações incrementais e difusão de uma tecnologia (VERPAGEN, 2007).
- b) Patente: uma patente é um contrato entre um inventor e o governo, segundo o qual, em troca de divulgação pública e integral de uma invenção, o governo concede ao inventor o direito de excluir outros por um tempo limitado de produzir, usar e vender a invenção (LAI; WU, 2005). Em contrapartida, o direito exclusivo do titular da patente está nas reivindicações (*claims*) da patente e do valor econômico gerado por eles (LAI; WU, 2005 *apud* DASGUPTA; DAVID, 1987). Ressalta-se que o inventor não necessariamente seja o proprietário da patente, podendo ser a companhia em que o mesmo trabalho ou até mesmo uma pessoa, física ou jurídica, que tenha adquirido os direitos de produção e comercialização do invento.
- c) Família de patentes: nos países contratantes da Convenção de Paris, as famílias de patentes são os documentos que podem ser identificados pela reivindicação de prioridade comum a todos eles, ou seja, representa todo o conjunto de documentos de patente publicados em diferentes países relacionados com uma mesma invenção (PORTUGAL, 2014).
- d) Atividade inventiva: considera-se que uma invenção tem atividade inventiva se não resultar de uma maneira evidente do estado da técnica para um especialista. É requisito de patenteabilidade (PORTUGAL, 2014).

- e) Reivindicações (*Claims*): parte integrante e obrigatória do pedido de patente. As reivindicações definem o objeto da proteção requerida. São as reivindicações que determinam o que é realmente protegido, legalmente (PORTUGAL, 2014).
- f) Mercado prioritário: país em que houve o depósito da primeira patente de uma certa família. Em geral, país em que a tecnologia foi inventada.
- g) Mercados de publicação: países em que houve depósito de patentes de uma certa família.
- h) Titular da patente (*Assignee/Applicant*): Beneficiário de um direito exclusivo de propriedade industrial (PORTUGAL, 2014).
- i) Inventor: autor da invenção, que não necessariamente será o requerente ou titular de uma patente ou de um modelo de utilidade. Tem o direito de ser mencionado tanto no pedido como no título da patente em questão (PORTUGAL, 2014).
- j) Estado da técnica: o estado da técnica consiste em tudo o que foi tornado acessível ao público antes da data do pedido de patente ou modelo de utilidade ou da data de prioridade reivindicada, dentro ou fora do país de pedido da patente. É, igualmente, considerado como compreendido no estado da técnica o conteúdo dos pedidos de patentes e de modelos de utilidade requeridos, em data anterior à do pedido de patente (PORTUGAL, 2014).

### **3.3 Etapas da metodologia**

#### **1ª Etapa: coleta de dados**

O conjunto de dados utilizados neste trabalho foi obtido por meio do *software* Thomson Innovation, da agência Thomson Reuters. O uso de tal programa permitiu a construção de um banco de dados com as famílias de patente depositadas nos últimos 20 anos na área de equipamentos para radioterapia. Toda a pesquisa foi baseada em informações das famílias de patente, para caso um invento possua a mesma patente em países diversos, ele não ser contado mais de uma vez. A ferramenta da Thomson Reuters permite-nos buscar patentes (ou famílias de patentes) utilizando-se de vários campos destas, como titular, palavras-chave de título, resumo ou reivindicações, data de prioridade, data de publicação, IPC etc. No caso desta dissertação, pesquisaram-se famílias de patentes do IPC A61N 5/10, que corresponde as tecnologias de terapia por raios-X, gama ou por irradiação de partículas. O programa Thomson Innovation também nos permite criar gráficos e listas de características patentárias e exportar dados para

planilhas que podem ser analisadas futuramente, por exemplo, no MS Excel, como utilizado no presente estudo. A Figura 7 mostra a tela inicial de pesquisa do Thomson Innovation:

The screenshot displays the Thomson Innovation Patent Search interface. The main search area is titled "Patent Search" and includes a "Quick Search" bar with "Patent Text" selected and "printer" entered. Below this, there are tabs for "Fielded Search", "Publication Number", and "Expert Search". The "Fielded Search" tab is active, showing a list of search criteria with "AND" operators. The criteria are: IPC-Current (A61N 5/10) NOT (A61B OR A61P OR A61M OR A61K OR C OR D), Priority Year(s) (1994 to 2013), Assignee/Applicant (FANUC), Inventor (DALE JAMES D), Publication Date (1940-01-01 to 2014-04-16), Title-DWPI ((printer AND scanner) NOT inkjet), Any IPC (H01M000448 \ H01M 4/48), and Priority-Country (WO). There are buttons for "Clear All Fields", "Add Field", and "Search". A "Show Query Previewer" link is also visible at the bottom right.

Figura 7 – Tela inicial de busca do Thomson Innovation, com os campos de busca preenchidos.

Este trabalho começou com a necessidade de se isolar o material sobre o IPC selecionado. Ao se buscar o IPC desejado, notou-se que o de código A61N 5/10 não vinha isolado nas buscas realizadas, o que gerou a necessidade de um trabalho de filtragem dos IPCs primordial. Entre as “contaminações”, estavam presentes, por exemplo, patentes de fármacos, entre outros ruídos. Estas outras patentes eram de inventos que se relacionavam ao tema pesquisado, porém que não eram de equipamentos para radioterapia. Uma vez que patentes podem possuir mais de um IPC, foi realizada uma busca iterada do IPCs mais frequentes nos resultados, excluindo-se os IPCs que não se constituíam foco principal do estudo. Após inúmeras iterações, chegou-se a *string* “(A61N 5/10) NOT (A61B OR A61P OR A61M OR A61K OR C OR D)” como aquela que fornecia os melhores resultados. Ela engloba todas as patentes dos inventos-foco deste trabalho, excluindo-

se, respectivamente, “diagnóstico; cirurgia; identificação”, “atividade terapêutica específica de compostos químicos ou preparações medicinais”, “dispositivos para introduzir matérias no corpo ou depositá-las sobre o mesmo; dispositivos para fazer circular matérias no corpo ou para dele as retirar; dispositivos para produzir ou por fim ao sono ou à letargia”, “preparações para finalidades médicas, odontológicas ou higiênicas”, “química; metalurgia” e “têxteis; papel” (INPI, 2013), que apareciam com frequência nas buscas.

Após elaborada a *string* de interesse para esta pesquisa e feita a busca no *software*, exportou-se para um documento em MS Excel as informações, família de patente a família de patente, por meio de seus números de publicação (*Publication Number*). As informações de data prioritária mais antiga (*Priority Date – Earliest*), IPC corrente completo, patentes citantes, título original, título em inglês, resumo, reivindicações (*claims*), país de publicação, país de prioridade, país de aplicação e titular do documento (*Assignee/Applicant*). O documento com os dados supracitados foi subdividido em diversas planilhas do próprio MS Excel para permitir o tratamento dos dados de forma mais prática e concisa.

## **2ª Etapa: análise primária dos dados**

Para se analisar a titularidade dos documentos, foi utilizada a ferramenta de montagem de gráficos do Thomson Innovation. Tal instrumental permite que uma comparação mais precisa dos titulares de cada documento, uma vez que, nas patentes, alguns campos podem vir com erros de grafia, abreviações etc. e este ferramental corrige quase em totalidade estes tipos de imprecisões. Criou-se uma lista com os 100 maiores titulares de patentes no setor e, após a lista formada, verificou-se caso a caso as titularidades de famílias de patentes e, nos quando um mesmo *player* aparecia com nomes diferentes, estes foram somados e considerados como um titular só. Com os titulares identificados, construiu-se um gráfico com as informações obtidas. Após isso, identificou-se a presença de documentos em nome de subsidiárias das companhias presentes.

Para as informações relativas a países, usou-se o documento exportado para MS Excel. Foi feita contagem simples e classificação por ordem decrescente de países de prioridade e de publicação das patentes. A seguir, construíram-se gráficos relativos às informações obtidas. Informações como título e *claims*, por exemplo, não foram relevantes nesta etapa, tendo sido usados, posteriormente, para identificar patentes nas análises de rede de citações.

### 3ª Etapa: construção das redes

Para se montar a estrutura em formato de rede e se analisar as rotas tecnológicas formadas, precisou-se fazer um trabalho mais fino de filtragem, no que se refere às citações. Primeiramente, foram utilizadas somente as patentes provenientes do setor A61N 5/10, uma vez que não se deseja descobrir qual tecnologia de outra área possa ter influenciado o desenvolvimento desta, mas sim as invenções inerentes ao setor que o influenciaram. Desta forma, as patentes foram colocadas da seguinte forma: na coluna E, todas as patentes do banco de dados, sem repetição, cada uma com sua respectiva data de prioridade mais antiga na coluna F; na coluna A, a patente citada pela da mesma linha, na coluna C, sendo que as colunas B e D são, respectivamente, as datas de prioridade mais antigas de A e C, buscadas em F; finalmente, em G tem-se uma estrutura que retorna “patenteA;patenteC” se A for mais antiga que C ou uma mensagem de erro (“NULL”), se o contrário. Em H, existe o procedimento inverso, em que o erro é caso a patenteA seja realmente mais antiga que a patenteC. Patentes cujas datas de prioridade não se encontravam disponíveis foram isoladas do banco de dados via filtro em D e patentes cuja mais velha citava a mais nova também foram desconsideradas, por claro erro técnico do banco de dados original, vindo dos escritórios ao redor do mundo via Thomson Reuters. A imagem da planilha de tratamento de dados pode ser vista na Figura 8. Para concluir esta etapa em MS Excel, a coluna G foi copiada para a planilha exportGephi, na mesma pasta e separada em duas colunas, com o separador ponto-e-vírgula, permitindo análise futura no *software* Gephi 0.8.1 beta.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Patent	DateOriginal	Citing	DateCiting	Patent-Original	Date	A older than C	C older than A
16	CN101290354A	2008-06-12	CN101797423A	2010-04-12	AU199463949A	1993-03-30	CN101290354A;CN101797423A	NULL
51	CN1355055A	2000-11-24	WO2012055098A1	2010-10-27	AU199054654A1	1998-08-06	CN1355055A;WO2012055098A1	NULL
98	CN1785454A	2004-12-09	WO2012055098A1	2010-10-27	AU2000019274A1	1998-12-14	CN1785454A;WO2012055098A1	NULL
108	CN1810320A	2005-01-28	WO2012040964A1	2010-09-30	AU2000045399A1	1999-04-12	CN1810320A;WO2012040964A1	NULL
163	CN2728542Y	2004-09-10	WO2012055098A1	2010-10-27	AU2000049612A1	1999-10-18	CN2728542Y;WO2012055098A1	NULL
187	DE10031074A1	2000-06-30	DE102007054919A1	2007-08-24	AU2001023235A1	2000-07-27	DE10031074A1;DE102007054919A1	NULL
196	DE10045260C1	2000-09-13	DE102006039793B3	2006-08-24	AU2001065508A1	2001-01-30	DE10045260C1;DE102006039793B3	NULL
202	DE10143609A1	2001-09-06	EP1747799A1	2005-07-27	AU2001067122A1	2000-10-10	DE10143609A1;EP1747799A1	NULL
224	DE102005063220A1	2005-12-22	DE102009055902A1	2009-11-26	AU200123235A	2000-07-27	DE102005063220A1;DE102009055902A1	NULL
225	DE102005063220A1	2005-12-22	DE102010061178A1	2010-12-13	AU200153997A	2001-06-22	DE102005063220A1;DE102010061178A1	NULL
230	DE102005063220A1	2005-12-22	WO2009040117A1	2007-09-25	AU200211947A	2002-01-18	DE102005063220A1;WO2009040117A1	NULL
235	DE102006012680B3	2006-03-20	DE102007046080A1	2007-09-26	AU2002302878A1	2001-05-15	DE102006012680B3;DE102007046080A1	NULL
236	DE102006018635A1	2006-04-21	DE102007025584A1	2007-06-01	AU2006278232A1	2005-08-08	DE102006018635A1;DE102007025584A1	NULL
241	DE102006024243B3	2006-05-23	WO2010015358A1	2008-08-05	AU2008226850A1	2007-03-12	DE102006024243B3;WO2010015358A1	NULL
242	DE102006024243B3	2006-05-23	WO2012011083A1	2010-07-22	AU2009249867A1	2008-05-22	DE102006024243B3;WO2012011083A1	NULL
243	DE102006039793B3	2006-08-24	DE102011086725A1	2011-11-21	AU2009269088A1	2008-07-09	DE102006039793B3;DE102011086725A1	NULL
244	DE102006039793B3	2006-08-24	DE102011089235A1	2011-12-20	AU2009308762A1	2008-10-30	DE102006039793B3;DE102011089235A1	NULL
247	DE102007008710A1	2006-03-02	DE102011005440A1	2011-03-11	AU201120225982	2012-04-18	DE102007008710A1;DE102011005440A1	NULL
248	DE102007014715A1	2007-03-23	DE102009055902A1	2009-11-26	BR200201945A	2002-05-20	DE102007014715A1;DE102009055902A1	NULL
253	DE102007014715A1	2007-03-23	WO2011006731A1	2009-07-15	CA2141798A1	1993-06-07	DE102007014715A1;WO2011006731A1	NULL
255	DE102007032025A1	2007-07-10	DE102008028510B3	2008-06-16	CA2181530A1	1995-07-20	DE102007032025A1;DE102008028510B3	NULL
257	DE102007032025A1	2007-07-10	WO2011048088A1	2009-10-23	CA2208112A1	1996-06-20	DE102007032025A1;WO2011048088A1	NULL
258	DE102007032025A1	2007-07-10	WO2012014705A1	2010-07-28	CA2256189A1	1997-12-19	DE102007032025A1;WO2012014705A1	NULL
259	DE102007054919A1	2007-08-24	DE10201109380A1	2011-08-04	CA2261444A1	1998-02-12	DE102007054919A1;DE10201109380A1	NULL

Figura 8 – Planilha em MS Excel para análise de redes futura

Uma vez com os dados exportados para o programa Gephi, usou-se do ferramental do mesmo para fazer a análise de modularidade da rede, sendo encontrados nove subgrupos de famílias de patentes. Após as comunidades localizadas, filtrou-se o componente principal da rede, para ser mais facilmente visualizada, sem os nodos que não faziam conexão com o principal, ou seja, não eram citantes e nem citados. Ainda no Gephi, foram feitas ainda análises de centralidade de autovetor (para se saber quais documentos eram mais relevantes na rede) e ponderou-se a dimensão dos nodos em relação à seu valor de centralidade de autovetor e coloriu-se cada um de forma a serem separados os grupos descobertos com a análise de modularidade. Como última etapa de uso do Gephi, exportou-se uma planilha com os dados referentes às análises de rede rodadas para posterior trabalho em MS Excel. No MS Excel, os subgrupos foram analisados de forma mais fina, com os dados de titularidade, títulos e países de publicação e prioridade das famílias de patente, levantando-se os fatores que faziam com que formassem uma comunidade.

Para a facilitação da localização das rotas mais longas no mapa criado pelo Gephi 0.8.1 beta, criou-se uma rotina em MS Excel que as identificasse. Partindo do banco de dados de patentes e patentes citantes (Figura 8), fez-se com que as colunas posteriores localizassem se a patente citante também era citada de outra. Isso foi feito da Coluna C até a Coluna F, em que não se identificou continuidade de nenhuma rota. Isso pode ser mais bem observado nas Figuras 9 a 11, abaixo. O erro na Coluna F mostra que não há rota com mais de cinco patentes.

PATENT	CITING	CITING2	CITING3	CITING4	CITING5
1	CN101290354A	CN101797423A	#N/D	#N/D	#N/D
2	CN1355055A	WO2012055098A1	#N/D	#N/D	#N/D
3	CN1785454A	WO2012055098A1	#N/D	#N/D	#N/D
4	CN1810320A	WO201204096A1	#N/D	#N/D	#N/D
5	CN2728542Y	WO2012055098A1	#N/D	#N/D	#N/D
6	DE10031074A1	DE102007054919A1	DE10201109380A1	#N/D	#N/D
7	DE10045260C1	DE102006039793B3	DE102011086725A1	#N/D	#N/D
8	DE10143609A1	EP174799A1	WO201113835A1	#N/D	#N/D
9	DE102005063220A1	DE102009055902A1	DE102012004170A1	#N/D	#N/D
10	DE102005063220A1	DE102010061178A1	#N/D	#N/D	#N/D
11	DE102005063220A1	WO2009040117A1	EP2415500A1	#N/D	#N/D
12	DE102006012680B3	DE102007046080A1	#N/D	#N/D	#N/D
13	DE102006018635A1	DE102007025584A1	#N/D	#N/D	#N/D
14	DE10200602424383	WO2010015358A1	#N/D	#N/D	#N/D
15	DE10200602424383	WO2012011083A1	#N/D	#N/D	#N/D
16	DE102006039793B3	DE102011086725A1	#N/D	#N/D	#N/D
17	DE102006039793B3	DE102011089225A1	#N/D	#N/D	#N/D
18	DE102007008710A1	DE102011005440A1	#N/D	#N/D	#N/D
19	DE102007014715A1	DE102009055902A1	DE102012004170A1	#N/D	#N/D
20	DE102007014715A1	WO2011006731A1	#N/D	#N/D	#N/D
21	DE102007032025A1	DE102008028510B3	#N/D	#N/D	#N/D
22	DE102007032025A1	WO2011048088A1	#N/D	#N/D	#N/D
23	DE102007032025A1	WO2012014705A1	#N/D	#N/D	#N/D
24	DE102007054919A1	DE10201109380A1	#N/D	#N/D	#N/D
25	DE102007054919A1	DE10201109380A1	#N/D	#N/D	#N/D

Figura 9 – Localização de rotas via MS Excel sem filtragem

	A	B	C	D	E	F	G
1	PATENT	CITING	CITING2	CITING3	CITING4	CITING4	
33	DE1950454A1	DE19905823C1	WO2003043698A1	WO2013014260A1	#N/D	#N/D	
66	EP1041579A1	WO2002063638A1	EP1348465A1	EP2005993A1	EP2647407A1	#N/D	
70	EP1045399A1	EP1348465A1	EP2005993A1	EP2647407A1	#N/D	#N/D	
99	EP1402922A1	EP1616597A1	EP1806161A1	NL1035971C	#N/D	#N/D	
109	EP1402923A1	EP1967230A1	WO2010076270A1	WO2014041003A2	#N/D	#N/D	
118	EP147206A1	EP1656966A1	EP2005993A1	EP2647407A1	#N/D	#N/D	
212	EP695550A2	US639396B1	US7266175B1	WO2009127747A1	#N/D	#N/D	
251	FR2728471A1	FR2820045A1	FR283984A1	EP1872827A1	#N/D	#N/D	
328	JP11216197A	JP2006271956A	JP2009160055A	WO2011108853A2	#N/D	#N/D	
329	JP11216197A	JP2007195877A	JP2010005149A	JP2011147592A	#N/D	#N/D	
335	JP11253563A	JP2007311125A	JP2008136523A	JP2011000378A	WO2012127864A1	#N/D	
354	JP11329800A	JP2007311125A	JP2008136523A	JP2011000378A	WO2012127864A1	#N/D	
389	JP2001000562A	JP2009022797A	WO2011080942A1	WO2013065163A1	#N/D	#N/D	
413	JP2001212253A	JP2009022797A	WO2011080942A1	WO2013065163A1	#N/D	#N/D	
453	JP2002186677A	WO2005068019A1	JP2010005149A	JP2011147592A	#N/D	#N/D	
468	JP2003079754A	JP2007195877A	JP2010005149A	JP2011147592A	#N/D	#N/D	
487	JP2003320039A	JP2009022797A	WO2011080942A1	WO2013065163A1	#N/D	#N/D	
493	JP2004039459A	JP2007311125A	JP2008136523A	JP2011000378A	WO2012127864A1	#N/D	
543	JP2006021046A	JP2008173299A	JP2010075584A	JP2011250910A	#N/D	#N/D	
550	JP2006043235A	JP2008136523A	JP2011000378A	WO2012127864A1	#N/D	#N/D	
565	JP2006087649A	JP2008136523A	JP2011000378A	WO2012127864A1	#N/D	#N/D	
566	JP2006087649A	JP2008154627A	JP2010075584A	JP2011250910A	#N/D	#N/D	
648	JP2007017126A1	JP2008136523A	JP2011000378A	WO2012127864A1	#N/D	#N/D	
1003	US20070176126A1	US20120215049A1	US20140014851A1	US20140018603A1	#N/D	#N/D	

Figura 10 – Localização de rotas via MS Excel, filtragem para rotas com no mínimo 4 patentes

	A	B	C	D	E	F	G
1	PATENT	CITING	CITING2	CITING3	CITING4	CITING4	
66	EP1041579A1	WO2002063638A1	EP1348465A1	EP2005993A1	EP2647407A1	#N/D	
335	JP11253563A	JP2007311125A	JP2008136523A	JP2011000378A	WO2012127864A1	#N/D	
354	JP11329800A	JP2007311125A	JP2008136523A	JP2011000378A	WO2012127864A1	#N/D	
493	JP2004039459A	JP2007311125A	JP2008136523A	JP2011000378A	WO2012127864A1	#N/D	
1347	WO1997007740A1	WO1998036796A1	WO2001085255A1	WO2002041947A2	US6556651B1	#N/D	
1559							
1560							
1561							
1562							
1563							
1564							
1565							
1566							
1567							
1568							
1569							
1570							
1571							
1572							
1573							
1574							
1575							
1576							
1577							

Figura 11 – Localização de rotas via MS Excel, filtragem para rotas com no mínimo 5 patentes

Como última análise de citações, identificou-se quais as rotas mais comuns no conjunto de famílias de patentes, ou seja, quais rotas faziam parte de mais caminhos entre uma família de patente e outra. Isso foi feito para todos os tamanhos de rotas possíveis, partindo desde as menores (formadas por um conjunto de duas famílias de patentes cada) até as maiores (formadas por 5 conjuntos de patentes). Como uma rota é o caminho entre dois pontos, a contagem de quantos caminhos possíveis no conjunto passava por essas rotas mostrou a relevância delas. Foi feita a contagem de quantos caminhos necessitavam de cada rota para cada tipo de conjunto de

família de patente (grupo de 2, 3, 4 e 5 documentos). Uma vez de posse das rotas e de seus tamanhos, pode-se analisar que tipo de tecnologia compreendiam aquelas famílias de patentes representadas, novamente com o uso das informações exportadas pelo Thomson Innovation. Foram também destacadas os documentos de maior relevância na rede, sendo apresentados todos os com valor de centralidade de autovetor maior que 0,1.

#### **4ª Etapa: análise topológica dos *claims***

A análise topológica foi realizada com base em identificação de picos nos mapas de reivindicações provenientes das buscas. A ferramenta que clusteriza os termos é interna do *software* da Thomson Innovation e não foi fornecido acesso a como trata os dados. Para o exame topológica, montaram-se mapas conceituais das reivindicações das patentes, quinquênio a quinquênio, no *software* da Thomson Reuters. Ao se fazer isso, descobriu-se que os mapas eram montados mais por características idiomáticas do que por similaridade das invenções, sendo que surgiram juntamente com os termos em inglês, *clusters* com termos-chave alemães e franceses nos mapas (estes mapas com somente as reivindicações, sem separação idiomática, podem ser vistos no Apêndice A, Figuras A.1 a A.4). Isso ocorre pois a concepção dos mapas se dá com o uso de palavras-chave. Daí veio a necessidade de se separar por idiomas as análises de *claims*. Como a maior parte das patentes deste setor possuem reivindicações em inglês além de em sua língua materna (no caso de que não seja inglês), mapas com os *claims* em inglês foram montados e analisados. Posteriormente e de mesma forma, foram montados mapas em alemão (também quinquenais) e em francês (decenais, pois não existiam documentos suficientes para análise quinquenal), para uma análise mais completa. Após montados os mapas, foram identificados quais os temas mais relevantes protegidos para cada período e traçado o caminho o qual as tecnologias estão tendendo a seguir no setor.

#### **5ª Etapa: análise das patentes brasileiras**

Finalmente, as patentes brasileiras foram analisadas uma a uma, com base em seus títulos, resumo, data de prioridade mais antiga e titulares. Devido ao pouco número de documentos, não pode ser feita análise estatística destes. Em lugar desta, foi feita análise qualitativa dos documentos, bem como são apresentados todas as informações utilizadas dos documentos.

## 4. RESULTADOS

São apresentados aqui os principais *players* e países atuantes neste segmento, bem como os agrupamentos das patentes por características comuns, as rotas tecnológicas encontradas, uma análise topológica das reivindicações das patentes e a situação do mercado brasileiro.

### 4.1 *Players*, países de publicação e de prioridade de depósito

No período dos últimos vinte anos (de primeiro de janeiro de 1994 até 31 de dezembro de 2013), foram localizadas<sup>1</sup> 4149 famílias de patentes de equipamentos de radioterapia. Levantou-se que os principais proprietários de patentes são grandes companhias estrangeiras – do Japão, EUA e Europa – e suas respectivas subsidiárias (Figura 12). Os países com mais documentos publicados (países em que a tecnologia foi de fato protegida) são, basicamente, os desenvolvidos mais China e podem ser vistos na Figura 13. Os dados completos de prioridade e publicação estão na Tabela 2.

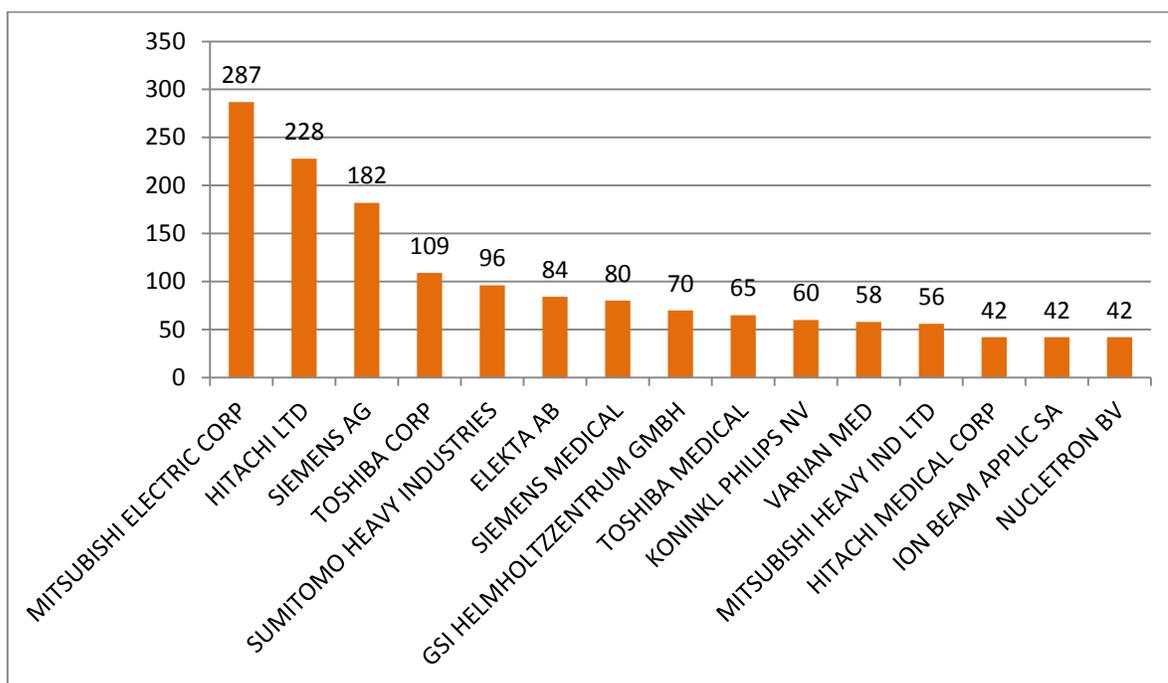


Figura 12 – Principais titulares de patentes no segmento estudado, por quantidade de titularidade de famílias de patentes (Top 15)

Fonte: elaboração própria

<sup>1</sup> Coleta de dados realizada em 16 de abril de 2014

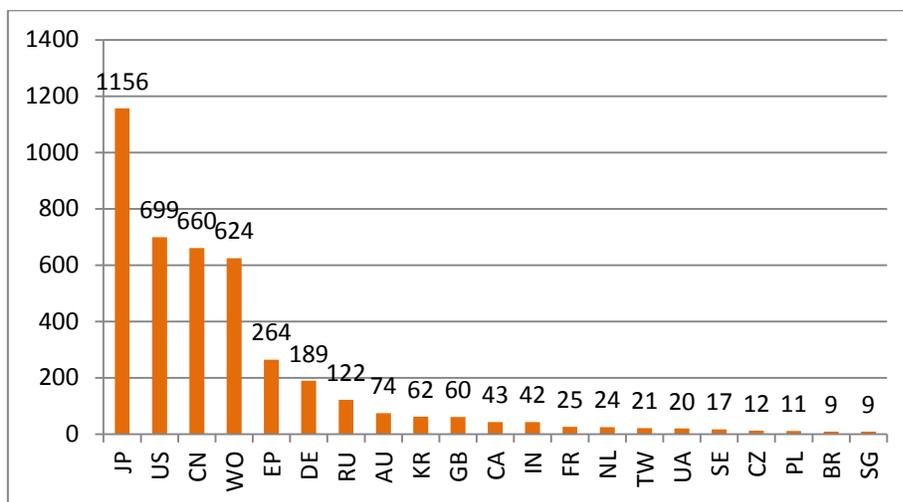


Figura 13 – Quantidade de documentos de famílias de patentes protegidos por país

Fonte: elaboração própria

Tabela 2 – Prioridades e publicações por família de patentes por país

País	Publicação	País	Publicação
JP	1156	PL	11
US	699	BR	9
CN	660	SG	9
WO	624	AR	5
EP	264	IL	5
DE	189	IT	5
RU	122	FI	2
AU	74	MD	2
KR	62	AT	1
GB	60	DK	1
CA	43	LT	1
IN	42	MX	1
FR	25	PT	1
NL	24	RO	1
TW	21	RS	1
UA	20	NO	1
SE	17	VN	1
CZ	12	<b>TOTAL</b>	<b>4171</b>

Fonte: elaboração própria

## 4.2 Rotas Tecnológicas

### 4.2.1 Identificando Grupos e suas características

A rede gerada com os dados das citações pode ser observada na Figura 14. A dimensão dos círculos referentes aos nodos foi dada como proporcional ao seu valor de centralidade de autovetor. As cores são relativas à comunidade da família de patentes. Os nodos de cor cinza não pertencem nenhum subgrupo, sendo documentos isolados, não citantes ou citados dentro da malha principal, não podendo ser feita análise de agrupamentos entre eles. Encontrou-se o total de nove comunidades dentro da rede e estas foram numeradas. A separação por grupos, filtradas as famílias de patentes sem ligações, pode ser observada melhor na Figura 15, bem como a numeração por subgrupo, que é usada como legenda. Para esta melhor visualização, isolou-se em uma única os nodos pertencentes a um mesmo grupo, representados em cores distintas.

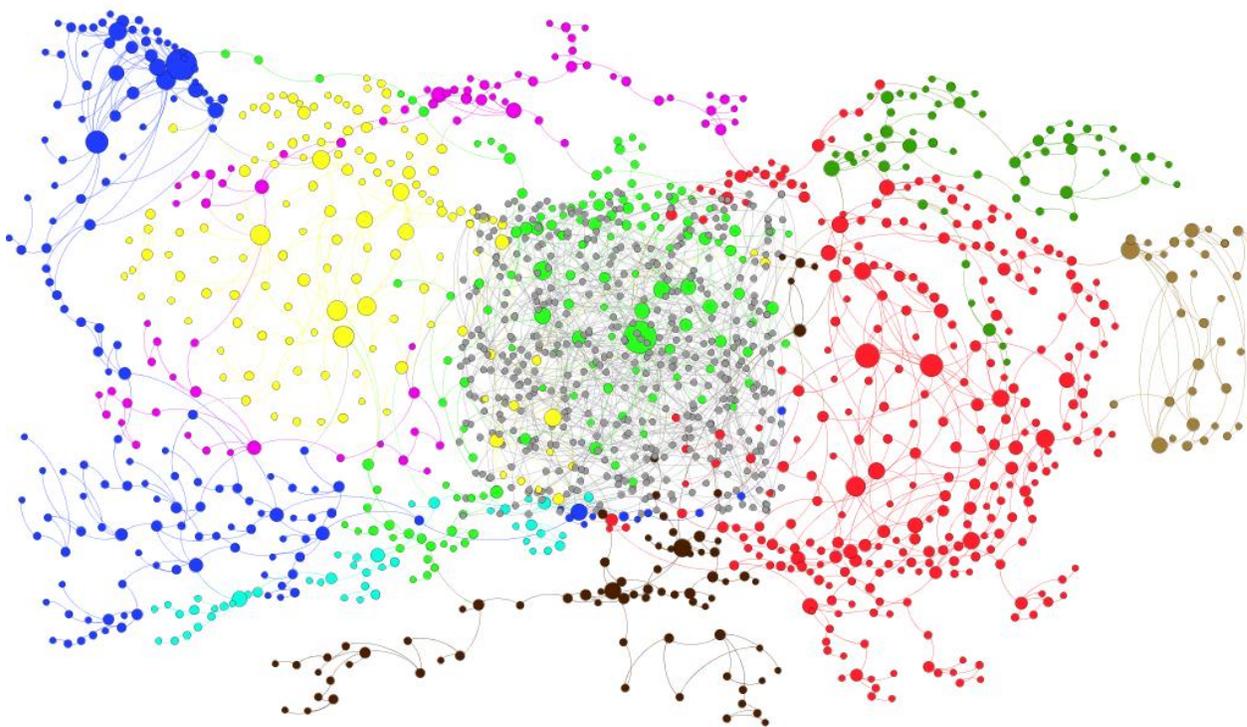


Figura 14 – Rede formada pelas famílias de patentes estudadas

Fonte: elaboração própria.

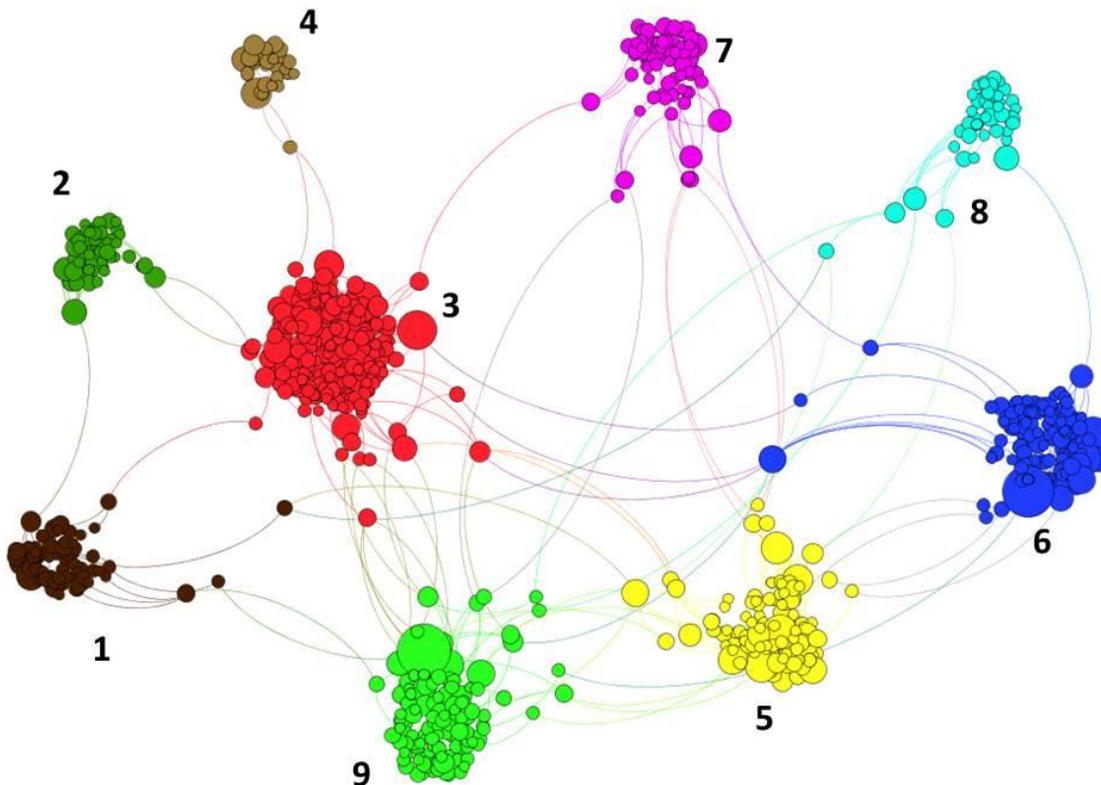


Figura 15 – Comunidades de famílias de patentes

Fonte: elaboração própria.

Analisando-se as características comuns de cada grupo, pode-se descobrir, basicamente, os fatores que fazem uma família de patente ter ligação por meio de citações com outra. As informações obtidas da análise de grupo podem ser observadas melhor no Quadro 1.

Grupo	Características das famílias de patentes
1	<p>Quase totalidade das titularidades são de empresas europeias como titulares, sobretudo alemãs. Destaca-se a Siemens Aktiengesellschaft (Siemens AG);</p> <p>Publicações concentradas: DE, EP e WO</p> <p>Prioridades esparsas, porém destacam-se escritórios de países europeus; Área de destaque: terapia por partículas.</p>
2	<p>Quase totalidade das titularidades são de empresas japonesas;</p> <p>Prioridades concentradas: JP</p> <p>Publicações concentradas: JP e WO</p> <p>Sem área específica, porém com destaque para colimadores e irradiação de nêutrons.</p>

3	<p>Quase totalidade das titularidades são de empresas, institutos de pesquisa e universidades japonesas (destaque para Mitsubishi e Hitachi);</p> <p>Publicações concentradas: JP e WO;</p> <p>Prioridades concentradas: JP e WO;</p> <p>Área de destaque: terapia por partículas</p>
4	<p>Quase totalidade das titularidades são de empresas, institutos de pesquisa e universidades japonesas (destaque para Mitsubishi, Shimadzu e Instituto Nacional de Radiologia);</p> <p>Publicações concentradas: WO;</p> <p>Prioridades concentradas: JP e WO;</p> <p>Sem área específica de destaque, porém com certo realce para terapia por partículas. Também importantes planejamento, detectores de radiação, monitoração e imageamento.</p>
5	<p>Prevalhecimento de empresas europeias e americanas, mas japonesas também presentes (destaque para Nucletron e Siemens);</p> <p>Publicações concentradas: EP e US, mas realce também em NL e WO;</p> <p>Prioridades: sobretudo US, mas também importantes DE, JP e NL;</p> <p>Área de destaque: metodologias e planejamento;</p>
6	<p>Prevalhecimento de empresas americanas;</p> <p>Publicações concentradas: US</p> <p>Prioridades concentradas: US</p> <p>Área de destaque: braquiterapia, cateteres, miniaturas e relacionados.</p>
7	<p>Certo destaque para empresas de origem americana, mas sem nacionalidade prevalecente;</p> <p>Publicações não concentradas, mas certo destaque para WO;</p> <p>Prioridades não concentradas, mas certo destaque para US;</p> <p>Área de destaque: setores relacionadas à tecnologia da informação e <i>software</i>, como planejamento, imageamento, análise de sinais etc.</p>
8	<p>Prevalhecimento de empresas europeias. Aparecimento de companhia chinesa (Shenzhen OUR International Technology &amp; Science Co. Ltd.) entre as de destaque;</p> <p>Publicações concentradas: Europa e WO;</p> <p>Prioridades não concentradas por nacionalidade, leve destaque para US;</p> <p>Nenhuma área de destaque, porém há certo realce em metodologias.</p>
9	<p>Prevalhecimento de empresas europeias como titulares de patentes;</p> <p>Publicações concentradas: DE, EP e WO;</p> <p>Prioridades concentradas na Alemanha;</p> <p>Prioridades japonesas publicadas no EP;</p> <p>Área de destaque: terapia por partículas.</p>

Quadro 1 – Comunidades de famílias de patentes e suas características

Fonte: elaboração própria.

Por meio das análises de comunidades por meio da técnica de modularidade, descobriu-se que os subgrupos da rede são formados sobretudo por áreas de concentração de tecnologia das famílias de patentes, mas que também são importantes fatores geográficos, com destaque para o caso do Japão. Observa-se que, exceto um *link* da comunidade 2 à 1, os subgrupos 2 e 4 são ligadas exclusivamente à comunidade 3, que por sua vez tem prevalectimento quase total de empresas, institutos de pesquisa e universidades japonesas (destacam-se a Hitachi, a Mitsubishi, a Sumitomo e a Toshiba, bem como suas subsidiárias, as universidades de Hokkaido e Kyushi e o Instituto Nacional de Ciências Radiológicas). Atribui-se esta concentração nestes três casos à proximidade de idioma e geográfica, visto que os *players* podem acompanhar mais facilmente a atividade dos concorrentes e mesmo buscar tecnologias e inventores em locais comuns, como as universidades do país. Observa-se também que as patentes dos subgrupos 2 a 4 envolvem praticamente toda a tecnologia fundamental para produção de aceleradores lineares, com contribuições de *hardware* e *software*.

O subgrupo 1 assemelha-se muito ao 9, porém tem como característica fundamental a alta presença da Siemens AG como titular. Isso denota que as patentes desta empresa têm alta ligação por meio de citações com outras patentes da própria empresa, significando similaridade, complementariedade e antecedência nas invenções. A área de concentração de terapia por partículas carregadas em 9 e 1 e a prevalência de companhias europeias mostra a divisão geográfica entre o grupos 9 e 1 e o grupo 3, pois apesar de englobarem tecnologias semelhantes, são fracamente ligados entre si. Destaca-se que *players* japoneses protegem suas tecnologias sobretudo em mercados europeus neste subgrupo, o que mostra a preocupação com a concorrência das firmas europeias em tecnologias de terapia por partículas.

O subgrupo 5 é uma é caracterizado como sendo uma comunidade de metodologias (como métodos para se identificar mudanças no alcance de radiação planejado, método para se alocar feixe de partículas, método para se avaliar dose em tratamento etc.), e concentra *players* europeus, americanos (como Siemens AG, Elekta, Nucletron BV e Koninkl Phillips) e japoneses (destaque para a Sumitomo) o que realça que, no setor de equipamentos para radioterapia, as famílias de patentes se aproximam, sobretudo, por características comuns. O fato de que metodologias são mais generalistas do que um aparato em si (uma vez que são métodos para se fazer algo e não “algo” propriamente dito) pode contribuir para essa não concentração geográfica. A presença de diversas firmas concorrentes mostra que as companhias buscam nas patentes de

outras empresas inspiração para desenvolver novos métodos e mesmo produtos, caso estes se usem daqueles para operar.

O subgrupo 6 é, possivelmente, o mais focalizado quanto à tecnologia abordada e possui caráter geográfico fortíssimo. A comunidade é composta por produtos e métodos relacionados à braquiterapia e uso de radiação com ajuste extremamente fino, como uso de cateteres de raios-X. A alta concentração destas tecnologias praticamente somente nesta comunidade mostra o quanto elas são próximas entre si e distantes de invenções relacionadas às grandes máquinas. A alta concentração de empresas americanas neste subgrupo – e mesmo empresas europeias (como a Koninkl Phillips) depositando (por meio de subsidiárias ou não) prioritariamente as patentes nos EUA – mostra como este é o país de destaque neste subsetor e é onde esta tecnologia se desenvolveu mais. Nota-se que os *players* deste segmento desenvolveram competência nesta área, o que muito provavelmente esteja gerando desdobramentos neste segmento, o que os faz se tornarem mais especializados neste conjunto de temas.

A comunidade 7 tem como característica fundamental ser formada por tecnologias referentes à tecnologia da informação, como imageamento, tratamento de sinais, planejamento etc. Similarmente ao subgrupo 5, não possui concentração geográfica, o que indica a maior facilidade de troca de informações e de inspirações para desenvolvimento presentes em *softwares*, que não deixam de ser metodologias aplicadas. É mais fácil, dado o que faz um *software*, usar de outra rotina para se chegar a um mesmo resultado do que chegar a um mesmo resultado de *hardware* (como emissão de raios-X ou deflexão de partículas) de outra forma. Assim, é esperado que as barreiras entre firmas no campo de TI sejam menores que as de desenvolvimento da parte física de equipamentos.

Finalmente, o subgrupo 8 não há uma área de concentração exata do documentos, bem como não há concentração geográfica exata de *players*. As publicações se concentram na Europa (sobretudo EP) e WO e as prioridades têm leve destaque para os EUA. Apesar das famílias de patentes não pertencerem a um grupo específico de tecnologias, não pode ser desconsiderado o subsetor de metodologias. Nesta comunidade chama a atenção uma família de patente com prioridade e titularidade chinesa, a única de um país dos BRICS presente entre as mais importantes de um subgrupo.

A partir da análise das comunidades chega-se ao resultado de que, no segmento analisado, os grupamentos são formados, sobretudo, por características semelhantes das tecnologias

envolvidas, sugerindo que busca-se informações em patentes próprias e em de firmas concorrentes para o desenvolvimento de invenções. Apesar do destaque do que está sendo protegido como fator de aglutinação entre as patentes, também é de extrema relevância fatores geográficos, sobretudo quando as invenções em questão são fazem parte do *hardware*. Isso pode se dever à busca de informações em fontes comuns (como universidades locais) ou mesmo À facilidade de interpretação de um documento na própria língua dos pesquisadores envolvidos. Praticamente todas as invenções mais relevantes são de países desenvolvidos, com destaque grande para Japão e europeus (destacando-se a Alemanha) em *hardware* e *software*, europeus e EUA em métodos e EUA em braquiterapia.

#### 4.2.2 Análise Específica por Citações

As rotas mais longas foram identificadas como tendo cinco famílias de patentes cada, sendo um total de cinco rotas nesta classificação, e em que três delas diferem em somente um documento, porém não na titularidade. Estas e podem ser observadas no Quadro 2 e os respectivos titulares, no Quadro 3.

EP1041579A1	→	WO2002063638A1	→	EP1348465A1	→	EP2005993A1	→	EP2647407A1
JP11253563A	→	JP2007311125A	→	JP2008136523A	→	JP2011000378A	→	WO2012127864A1
JP11329800A	→	JP2007311125A	→	JP2008136523A	→	JP2011000378A	→	WO2012127864A1
JP2004039459A	→	JP2007311125A	→	JP2008136523A	→	JP2011000378A	→	WO2012127864A1
WO1997007740A1	→	WO1998036796A1	→	WO2001085255A1	→	WO2002041947A2	→	US6556651B1

Quadro 2 – Rotas mais longas, com 5 nodos

Fonte: elaboração própria.

GSI GMBH	→	GSI GMBH	→	Hitachi	→	Hitachi	→	Paul Scherrer Institut
Hitachi	→	Mitsubishi	→	Inst. Nac. De Ciências Radiológicas	→	Hitachi	→	Universidade de Hokkaido; Shimadzu
Hitachi	→	Mitsubishi	→	Inst. Nac. De Ciências Radiológicas	→	Hitachi	→	Universidade de Hokkaido; Shimadzu
Hitachi	→	Mitsubishi	→	Inst. Nac. De Ciências Radiológicas	→	Hitachi	→	Universidade de Hokkaido; Shimadzu
Interventional Innovations Corp.	→	Radi Medical Systems	→	Radi Medical Technologies	→	Sarnoff Corp.	→	Photoelectron Corp.

Quadro 3 – Rotas mais longas, com 5 nodos, titulares das patentes

Fonte: elaboração própria.

As famílias de patentes representadas no Quadro 2 representam tecnologias referentes a:

1. i) Gantry com sistema íon-óptico → ii) Gantry para feixe de íons de alta energia → iii) terapia com partículas → iv) irradiação de partículas carregadas → v) entrega de prótons
2. i) Irradiação de feixe de partícula carregada → ii) controle de emissão de feixe de partículas → iii) planejamento de irradiação e *software* → iv) sistema para irradiação de partícula carregada → v) rastreamento de movimentação do corpo
3. i) Acelerador de partícula carregada → ii) controle de emissão de feixe de partículas → iii) planejamento de irradiação e *software* → iv) sistema para irradiação de partícula carregada → rastreamento de movimentação do corpo
4. Fonte de íons → ii) controle de emissão de feixe de partículas → iii) planejamento de irradiação e *software* → iv) sistema para irradiação de partícula carregada → rastreamento de movimentação do corpo
5. i) Catéter para emissor de raios-X → ii) fonte de radiação ionizante miniaturizada → iii) fonte radioativa miniaturizada → iv) entrega de raios-X localizada no interior do corpo → v) arranjo de fontes radioativas miniaturizadas.

O grupo 1 acima segue uma rota em que, respectivamente, as invenções formam i) um sistema íon-óptico com diversos magnetos para focalização do feixe de partículas, seguido por ii) uma adaptação da invenção anterior, cujo *gantry* pode ser usado com partículas pesadas, de alta energia. Ambas patentes são de titularidade da GSI GMBH (alemã), e são de 1999 e 2001. A família de patentes iii) Sistema de terapia por partículas que engloba parte de *gantry* das patentes anteriores e iv) é uma adaptação de iii). Ambas são da Hitachi (japonesa), com datas de prioridade de 2002 e 2007. Finalmente, em v) tem-se um sistema para entrega de feixe de prótons num local predeterminado do paciente. Esta família de patente é do Paul Scherrer Institut (suíço) e data de 2012.

Em 4i, tem-se um controle de emissão de micro-ondas para geração de plasma, que é posteriormente organizado para emissão de feixe de elétrons. Os documentos 2i e 3i não foram localizados. As patentes 2, 3 e 4, ii, iii e v, são, respectivamente um sistema de controle de emissão de feixe, que reduz os custos e erros de exposição, um sistema que reduz o tempo de emissão de radiação e um controlador síncrono de radiação, com paradas de emissão, para evitar irradiações desnecessárias. Não foram encontradas informações de resumo ou reivindicações

referentes ao documento iv. Quanto à titularidade, 2i, 3i e 4i são de propriedade da Hitachi e datam, respectivamente, de 1998, 1999 e 2002. A continuidade das rotas é igual nestes três grupos. A família de patentes ii) é de maio de 2006 e de propriedade da Mitsubishi (japonesa), iii) é de novembro de 2006 e de propriedade do Instituto Nacional de Ciências Radiológicas do Japão. iv) é, novamente, da Hitachi e data de 2009 e v) data de 2011 e seu titular é a corporação da Universidade Nacional de Hokkaido (japonesa).

O grupo 5 é formado por tecnologias miniaturizadas para uso interno *in vivo*. Datada de 1995 e de titularidade da Interventional Innovations Corporation (americana), i) é um cateter com um emissor de raios-X na ponta, possuindo catodo, anodo e isolante. A Radi Medical Systems (sueca) é a titular de ii) e iii), datadas de 1997 e 2000, e as invenções são, respectivamente, uma fonte de emissão de radiação miniaturizada, que possa ser colocada dentro do corpo e um aparelho que possa produzir radiação dentro do corpo, com suporte flexível. A invenção iv) é também de 2000 e é um cateter que emite uma pluralidade de raios-X dentro do corpo e é de titularidade da Sarnoff Corporation (americana). Finalmente, v) é um sistema de entrega de dose radioativa terapêutica numa certa região alvo do corpo, e compreende uma diversidade de fontes de radiação seletivas e móveis. Com prioridade de 2002, é sua titular é a Photoelectron Corporation (americana).

Observa-se uma repetição muito grande dos titulares de patentes numa dada rota tecnológica. Isso significa que a inovação não tende a parar após o patenteamento da invenção, mas sim que busca-se, cada vez mais, aprimorar o que foi produzido, seja para novos usos ou para uma maior eficácia da invenção. Algumas famílias de patentes têm *claims* muito parecidos, sendo uma diferença mínima que dá o caráter inovativo da invenção e isso pode ser bem observado nestas rotas em que, por exemplo, 1i e 1ii são diferentes apenas no que se refere ao tipo de partículas que serão aceleradas, ou mesmo em 5ii e 5iii, que são invenções que podem ser complementares. Uma boa estratégia para uma firma é ter patentes diferentes de invenções complementares, o que restringe o alcance dos concorrentes no mercado e que, algumas vezes, ainda podem ser adaptadas para novas utilidades, caso necessário.

Também foram localizadas as rotas com quatro documentos de patentes cada, sendo um total de 33 rotas. Estas podem ser vistas no Quadro 4. Destas rotas com quatro documentos, três deles se destacam: US7266175B1 e WO2009127747A1 (“Planning method for radiation therapy” e “planning system for intraoperative radiation therapy and method for carrying out said

planning”), presentes em 11 rotas distintas e US6393096B1 (“Planning method and apparatus for radiation dosimetry”), presente em sete. Percebe-se por estas informações a importância dos métodos de planejamento de radioterapia nas tecnologias. A relação entre todas as famílias de patentes que formam rotas de quatro documentos podem ser vistas no Apêndice B.

DE19504054A1	→	DE19905823C1	→	WO2003043698A1	→	WO2013014260A1
EP1045399A1	→	EP1348465A1	→	EP2005993A1	→	EP2647407A1
EP1402922A1	→	EP1616597A1	→	EP1806161A1	→	NL1035971C
EP1402923A1	→	EP1967230A1	→	WO2010076270A1	→	WO2014041003A2
EP1477206A1	→	EP1656966A1	→	EP2005993A1	→	EP2647407A1
EP695560A2	→	US6393096B1	→	US7266175B1	→	WO2009127747A1
FR2728471A1	→	FR2820045A1	→	FR2839894A1	→	EP1872827A1
JP11216197A	→	JP2006271956A	→	JP2009160055A	→	WO2011108853A2
JP11216197A	→	JP2007195877A	→	JP2010005149A	→	JP2011147592A
JP2001000562A	→	JP2009022797A	→	WO2011080942A1	→	WO2013065163A1
JP2001212253A	→	JP2009022797A	→	WO2011080942A1	→	WO2013065163A1
JP2002186677A	→	WO2005068019A1	→	JP2010005149A	→	JP2011147592A
JP2003079754A	→	JP2007195877A	→	JP2010005149A	→	JP2011147592A
JP2003320039A	→	JP2009022797A	→	WO2011080942A1	→	WO2013065163A1
JP2006021046A	→	JP2008173299A	→	JP2010075584A	→	JP2011250910A
JP2006043235A	→	JP2008136523A	→	JP2011000378A	→	WO2012127864A1
JP2006087649A	→	JP2008136523A	→	JP2011000378A	→	WO2012127864A1
JP2006087649A	→	JP2008154627A	→	JP2010075584A	→	JP2011250910A
JP2007311125A	→	JP2008136523A	→	JP2011000378A	→	WO2012127864A1
US20070176126A1	→	US20120215049A1	→	US20140014851A1	→	US20140018603A1
US20120205530A1	→	US20120215049A1	→	US20140014851A1	→	US20140018603A1
US5418715A	→	US6360116B1	→	US7266175B1	→	WO2009127747A1
US5511549A	→	US6360116B1	→	US7266175B1	→	WO2009127747A1
US5511549A	→	US6393096B1	→	US7266175B1	→	WO2009127747A1
US5513238A	→	US6393096B1	→	US7266175B1	→	WO2009127747A1
US5602892A	→	US6393096B1	→	US7266175B1	→	WO2009127747A1
US5602892A	→	US6411675B1	→	US7266175B1	→	WO2009127747A1
US5647663A	→	US6360116B1	→	US7266175B1	→	WO2009127747A1
US5647663A	→	US6393096B1	→	US7266175B1	→	WO2009127747A1
US5782739A	→	US6393096B1	→	US7266175B1	→	WO2009127747A1
US5818902A	→	US6393096B1	→	US7266175B1	→	WO2009127747A1
US6319188B1	→	US6920202B1	→	WO2007064900A2	→	NL2005901C
WO1998036796A1	→	WO2001085255A1	→	WO2002041947A2	→	US6556651B1

Quadro 4 – Rotas longas, com 4 nodos

Fonte: elaboração própria.

Quanto às menores rotas possíveis, estas são formadas por dois documentos. O caminho mais seguido dentre todos os possíveis é passando novamente por US7266175B1 e WO2009127747A1. Após, encontram-se tecnologias de irradiação de partículas e movimentação do paciente, colimação multifolha e feixe de partículas, aparatos para irradiação de partículas etc. A contagem de quantos caminhos passam pela rota de dois documentos específicos podem ser vistos no Quadro 5. As rotas com três documentos (Quadro 6) representam as mesmas tecnologias que as representadas no Quadro 5, porém em rotas mais longas. As patentes representadas pelos códigos são identificadas no Quadro 7, com título original em maiúsculo e a respectiva tradução em seguida.

Documento citado	Documento citante	Contagem de Rotas
US7266175B1	→ WO2009127747A1	21
JP2011000378A	→ WO2012127864A1	9
JP2010005149A	→ JP2011147592A	8
US20140014851A1	→ US20140018603A1	8
US6393096B1	→ US7266175B1	8
WO2011080942A1	→ WO2013065163A1	8
EP2005993A1	→ EP2647407A1	7
JP2008136523A	→ JP2011000378A	7
JP2010044057A	→ JP2011200491A	7
WO2002041947A2	→ US6556651B1	7

Quadro 5 – Contagem de caminhos com duas famílias de patentes

Fonte: elaboração própria.

Documento citado	Documento citante 1	Documento citante 2	Contagem de Rotas
US6393096B1	→ US7266175B1	→ WO2009127747A1	8
US6393096B1	→ US7266175B1	→ WO2009127747A1	8
US6393096B1	→ US7266175B1	→ WO2009127747A1	8
US6393096B1	→ US7266175B1	→ WO2009127747A1	8
JP2008136523A	→ JP2011000378A	→ WO2012127864A1	7
JP2008136523A	→ JP2011000378A	→ WO2012127864A1	7
JP2008136523A	→ JP2011000378A	→ WO2012127864A1	7
JP2008136523A	→ JP2011000378A	→ WO2012127864A1	7
JP2008136523A	→ JP2011000378A	→ WO2012127864A1	7

Quadro 6 – Contagem de caminhos com três famílias de patentes

Fonte: elaboração própria.

Documento	Título
EP2647407A1	A SYSTEM FOR THE DELIVERY OF PROTON THERAPY BY PENCIL BEAM SCANNING OF A PREDETERMINABLE VOLUME WITHIN A PATIENT – Sistema de protonterapia por <i>pencil beam scanning</i> em um determinado volume no paciente
JP2008136523A	IRRADIATION PLANNING METHOD, APPARATUS, PARTICLE BEAM IRRADIATION SYSTEM AND COMPUTER PROGRAM FOR THEM – Método de planejamento de irradiação, aparelho, Sistema de irradiação de partículas e respectivo programa de computador
JP2010005149A	MULTILEAF COLLIMATOR FOR PARTICLE BEAM TREATMENT SYSTEM – Colimador multifolhas para Sistema de tratamento por feixe de partículas
JP2010044057A	DOSE DISTRIBUTION MEASUREMENT DEVICE AND SENSOR CALIBRATION METHOD – Aparelho para medição de distribuição de dose e método de calibragem de sensores
JP2011000378A	CHARGED PARTICLE BEAM IRRADIATION SYSTEM – Sistema de irradiação de feixe de partículas carregadas
JP2011147592A	PARTICLE BEAM THERAPY APPARATUS – Aparelho para terapia com feixe de partículas
JP2011200491A	RADIATION DOSE MEASURING DEVICE THREE-Dimensionally OPERATING OVER WIDE RANGE WITHIN PHANTOM – Aparelho medidor de dose radioativa operando sobre ampla faixa e em 3D, com o uso de phantom
US20140014851A1	CHARGED PARTICLE BEAM IRRADIATION APPARATUS – Aparelho para irradiação de feixe de partículas carregadas
US20140018603A1	CHARGED PARTICLE BEAM TREATMENT PLANNING DEVICE AND CHARGED PARTICLE BEAM TREATMENT PLANNING METHOD – Aparelho para planejamento e método de planejamento para tratamento com feixe de partículas carregadas
US6393096B1	PLANNING METHOD AND APPARATUS FOR RADIATION DOSIMETRY – Aparelho e método de planejamento para dosimetria das radiações
US6556651B1	ARRAY OF MINIATURE RADIATION SOURCES – Arranjo de fontes de radiação em miniatura
US7266175B1	PLANNING METHOD FOR RADIATION THERAPY – Método de planejamento para radioterapia
WO2002041947A2	METHOD AND APPARATUS FOR DELIVERING LOCALIZED X-RAY RADIATION TO THE INTERIOR OF A BODY – Aparelho e método para entrega de raios-X localizados no interior do corpo
WO2009127747A1	PLANNING SYSTEM FOR INTRAOPERATIVE RADIATION THERAPY AND METHOD FOR CARRYING OUT SAID PLANNING – Sistema de planejamento para radioterapia intraoperativa e método de planejamento para <i>carrying out</i>
WO2011080942A1	BEAM IRRADIATION APPARATUS AND BEAM IRRADIATION CONTROL METHOD – Aparelho e método de controle para feixe de radiação
WO2012127864A1	MOVING BODY TRACKING DEVICE FOR RADIATION THERAPY – Aparelho para rastreamento de movimentação do corpo
WO2013065163A1	PARTICLE BEAM IRRADIATION DEVICE AND PARTICLE RADIOTHERAPY DEVICE – Aparelho para irradiação de partículas e de feixe de partículas

Quadro 7 – Documentos e títulos de patentes

Fonte: elaboração própria.

Tem-se como resultado dos quadros de patentes observados que a rota provavelmente mais importante seja o caminho entre os documentos US7266175B1 e WO2009127747A1, focadas em planejamento dos tratamentos. Porém, devem ser destacadas rotas de outras subáreas do setor analisado, sobretudo irradiação de partículas carregadas e metodologias. A concentração geográfica (como prevista na análise de modularidade) também pode ser observada aqui, com as rotas sendo formadas, basicamente, por documentos ou só europeus, ou só americanos, ou só japoneses, com exceção dos depósitos WO, que podem ser estendidos posteriormente para todos os países assinantes do Tratado de Paris.

Já quanto à importância de documentos isolados, foram identificados os de maior centralidade de autovetor<sup>2</sup> e estes são mostrados no Quadro 8, com título original em maiúsculo e a respectiva tradução em seguida. Observando-se o Quadro 8, verifica-se que, das famílias de patentes com maior relevância na rede analisada, quatro delas (destacadas em sublinhado grosso) fazem parte de uma das rotas mais longas, ou seja, de uma rota com cinco documentos. Seis deles (destacados em sublinhado fino), por sua vez, fazem parte de rotas com quatro documentos. Isso indica que a relevância de documentos na rede de citações tende a crescer caso estes façam parte de rotas grandes. Nota-se também a alta presença de famílias das comunidades 9 e 3, o que mostra o quão são importantes o tema de terapia por partículas na rede como um todo. Tem destaque aqui também o subgrupo 5, concentrando tecnologias em metodologias e planejamento<sup>3</sup>.

Documento	Centralidade de autovetor	Subgrupo	Título do documento
<u>EP2647407A1</u>	1,000	9	A SYSTEM FOR THE DELIVERY OF PROTON THERAPY BY PENCIL BEAM SCANNING OF A PREDETERMINABLE VOLUME WITHIN A PATIENT – Sistema de entrega de prótons por escaneamento de feixe concentrado em um volume predeterminado em um paciente
WO2011121037A1	0,429	9	CHARGED PARTICLE IRRADIATION DEVICE AND METHOD – Aparelho e método de irradiação de partículas carregadas
<u>WO2009127747A1</u>	0,300	9	PLANNING SYSTEM FOR INTRAOPERATIVE RADIATION THERAPY AND METHOD FOR CARRYING OUT SAID PLANNING – Sistema de radioterapia intraoperativa e método de planejamento
<u>WO2013065163A1</u>	0,274	3	PARTICLE BEAM IRRADIATION DEVICE AND PARTICLE RADIOTHERAPY DEVICE – Aparelho de irradiação de partículas e aparelho de radioterapia por partículas
WO2012120615A1	0,235	3	PARTICLE BEAM RADIATION DEVICE AND PARTICLE BEAM THERAPY DEVICE – Aparelho para irradiação de feixe de partículas e aparelho para feixe terapêutico
<u>WO2012127864A1</u>	0,225	3	MOVING BODY TRACKING DEVICE FOR RADIATION THERAPY – Aparelho de localização de corpo em movimento para radioterapia
<u>EP2005993A1</u>	0,216	9	CHARGED PARTICLE IRRADIATION SYSTEM – Sistema para irradiação de partículas carregadas
WO2011116889A1	0,207	9	METHODS FOR OPERATING A RADIATION DEVICE – Métodos de operação de um aparelho de irradiação
DE102012004170A1	0,154	9	VERFAHREN UND BESTRAHLUNGSANLAGE ZUR BESTRAHLUNG EINES ZIELVOLUMENS – Método e sistema para irradiação de um volume alvo
EP2140912A1	0,151	9	CHARGED PARTICLE BEAM IRRADIATION SYSTEM – Sistema de irradiação de partículas carregadas
DE102012212340B3	0,148	9	BESTIMMEN EINES ZEITOPTIMIERTEN BESTRAHLUNGSPLANS FÜR EINE PARTIKELBESTRAHLUNGSANLAGE – Plano de radioterapia com temporização otimizada para identificar um sistema de irradiação de partículas
DE102012212341B3	0,148	9	BESTIMMEN EINES ZEITOPTIMIERTEN BESTRAHLUNGSPLANS FÜR

<sup>2</sup> A medida de centralidade de autovetor identifica, de zero a um, qual a importância de um certo nodo numa rede, sendo de valor um o nodo mais importante.

<sup>3</sup> Como citado anteriormente, este grupo tem como característica englobar patentes de métodos como, por exemplo, técnica para se identificar mudanças no alcance de radiação planejado, para se alocar feixe de partículas, método para se avaliar dose em tratamento etc. O planejamento necessário para o tratamento, muitas vezes, também é patenteado como método, por ser uma “receita” a ser seguida. Destaca-se que metodologias não podem ser patenteadas no Brasil, porém são permitidas em diversos países.

			EINE PARTIKELBESTRAHLUNGSANLAGE UNTER VORGABE EINER RANDBEDINGUNG - Plano de radioterapia com temporização otimizada para identificar um sistema de irradiação de partículas dada condição de contorno
EP2679277A1	0,148	9	APPARATUS AND METHOD FOR CONFORMAL PARTICLE RADIATION THERAPY OF A MOVING TARGET – Aparelho e método para conformação de radiação particular em alvo móvel
WO2014041003A2	0,148	1	HADRON THERAPY INSTALLATION WITH MOVING FLOOR – Instalação para terapia de hádrons com piso móvel
WO2013129442A1	0,148	3	RADIOTHERAPY EQUIPMENT CONTROL DEVICE, RADIOTHERAPY EQUIPMENT CONTROL METHOD, AND PROGRAM EXECUTED BY COMPUTER FOR RADIOTHERAPY EQUIPMENT – Método e aparelho para radioterapia e programa executável por computador para radioterapia
JP04673450B1	0,134	3	[Não disponível]
EP2486956A1	0,133	5	METHOD FOR THE IDENTIFICATION OF POSSIBLE CHANGES IN RANGE OF A PLANNED RADIATION FIELD BEFORE IRRADIATING A PATIENT WITH THE LOADED PARTICLES – Método para identificação de possíveis mudanças no alcance do campo de radiação antes da irradiação do paciente com partículas
US20140018603A1	0,112	5	CHARGED PARTICLE BEAM TREATMENT PLANNING DEVICE AND CHARGED PARTICLE BEAM TREATMENT PLANNING METHOD – Método e aparelho para planejamento de tratamento por feixe de partículas
US7266175B1	0,111	5	PLANNING METHOD FOR RADIATION THERAPY
JP2011000378A	0,110	3	CHARGED PARTICLE BEAM IRRADIATION SYSTEM – Sistema para irradiação de feixe de partículas
US7382857B2	0,108	6	X-RAY CATHETER ASSEMBLY – Montagem para cateter de raios-X
WO2010034419A1	0,107	9	FAST SCANNING OF A TARGET REGION – Escaneamento rápido da região alvo
JP2011147592A	0,106	2	PARTICLE BEAM THERAPY APPARATUS – Aparelho para terapia por feixe de partículas

Quadro 8 – Documentos mais relevantes na rede (centralidade de autovetor maior que 0,1)

Fonte: elaboração própria.

#### 4.2.3 Análise Agregada por Reivindicações

Finalmente, as análises topológicas de *claims* forneceram os dados agregados do que foi protegido, cronologicamente. Os mapas gerados primeiramente – e que se pretendia usar neste trabalho –, uma vez que aglomeravam mais expressões idiomáticas que termos referentes às tecnologias em si, não foram utilizados como parte dos resultados, mas podem ser visualizados no Apêndice A, Figuras A.1, A.2, A.3 e A.4. Apesar de seu não uso, deve-se notar que a gigante alemã Siemens (uma das mais importantes companhias no setor no passado) saiu do setor no meio do último quinquênio analisado (TIRRELL, 2011), o que permite entender a alta presença de termos em alemão nos três primeiros destes mapas (1994 até 2008) e sua seguinte queda considerável no último (2009 até 2013), em que a firma atuou de forma mais enfática somente em metade do período. Não se pode tirar outras conclusões precisas a respeito do segmento naqueles mapas, uma vez que a diferença de idiomas aumenta muito o ruído nos mesmos. Para uma análise mais profunda, foram montados mapas quinquenais com as reivindicações em inglês, em alemão e em francês. A consolidação quinquenal não era possível em francês, devido ao número não tão

grande de documentos, então foi feita consolidação decenal neste idioma. Os picos (áreas que tendem mais ao branco) são as principais concentrações de documentos. Considera-se “continente” a maior porção de “terra” nos mapas de documentos e ilhas as porções isoladas. Ilhas tendem a ser invenções disruptivas, sendo que são pouco ou nada ligadas às outras.

Para os mapas em inglês, têm-se os focos principais das invenções, para o primeiro quinquênio (1994 a 1998) (Figura 16) tecnologias sobretudo de emissões de partículas carregadas e campo magnético, bem como de cateteres de raios-X no continente. As ilhas pouco se destacam, porém há uma leve ênfase em colimadores para raios-X. No segundo quinquênio (1999-2003) (Figura 17) observam-se cinco picos distintos (quatro altos, um mais baixo) num grande continente: anodo para raios-X, radiação relacionada a tecidos biológicos, irradiação distal, colimadores multifolha e, em menor escala, análise de dados no computador. Há uma ilha de catodo termoiônico, mas sem muito destaque. As outras ilhas são desprezíveis. Com estes dois mapas pode-se observar a evolução e modernização dos equipamentos, que passam basicamente de emissores de partículas e de raios-X razoavelmente simples para formas mais avançadas, com estruturas de colimação embutidas e o começo de técnicas mais avançadas de análises de dados. No terceiro quinquênio (2004-2008) (Figura 18), destacam-se invenções relacionadas ao manejo de dados, seguidas por instruções e termos de tempo. Há leves picos em áreas sempre importantes, como colimadores e partículas carregadas, porém não são de destaque. O que percebe-se com este mapa é a tendência já mostrada no segundo quinquênio: o avanço da tecnologia da informação nestes equipamentos. No terceiro quinquênio estudado começam a ser de destaque os controles via *software* para um dado *hardware*, o que é consolidado no quarto quinquênio, em que há um grande pico em produção de modelos computacionais e processamento dos sinais, informações, parâmetros e dados. No intervalo entre 2009 e 2013 (Figura 19) volta a ter destaque também invenções relacionadas à emissão e controle de partículas carregadas, devido aos novos equipamentos de protonterapia. Este novo pico surge porque os métodos, procedimentos e inventos antigos usados para se acelerar e controlar elétrons não são os mesmos quando se usam prótons ou outras partículas pesadas.

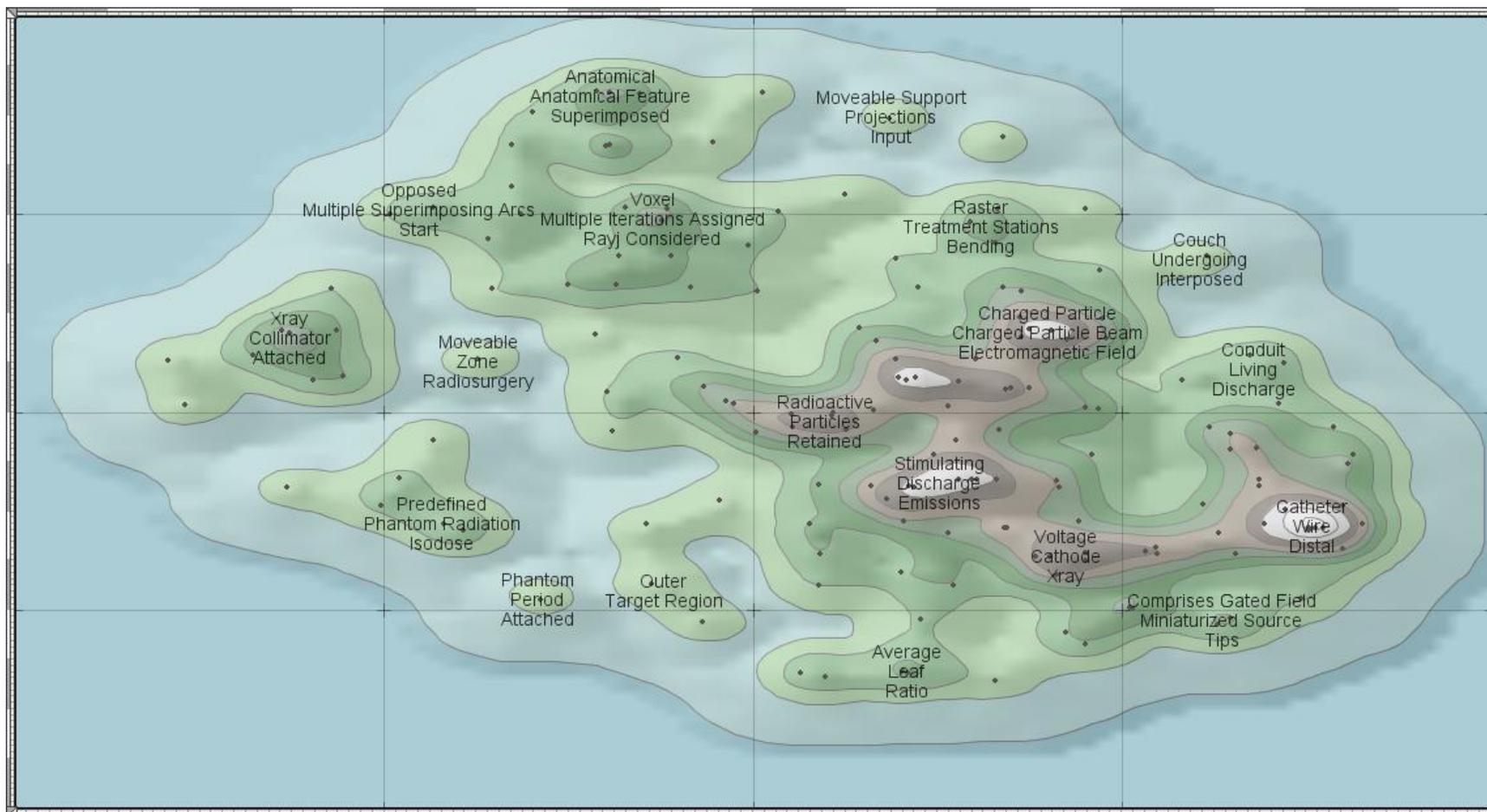


Figura 16 – Mapa dos claims em inglês para os anos de 1994 até 1998

Fonte: elaboração própria.

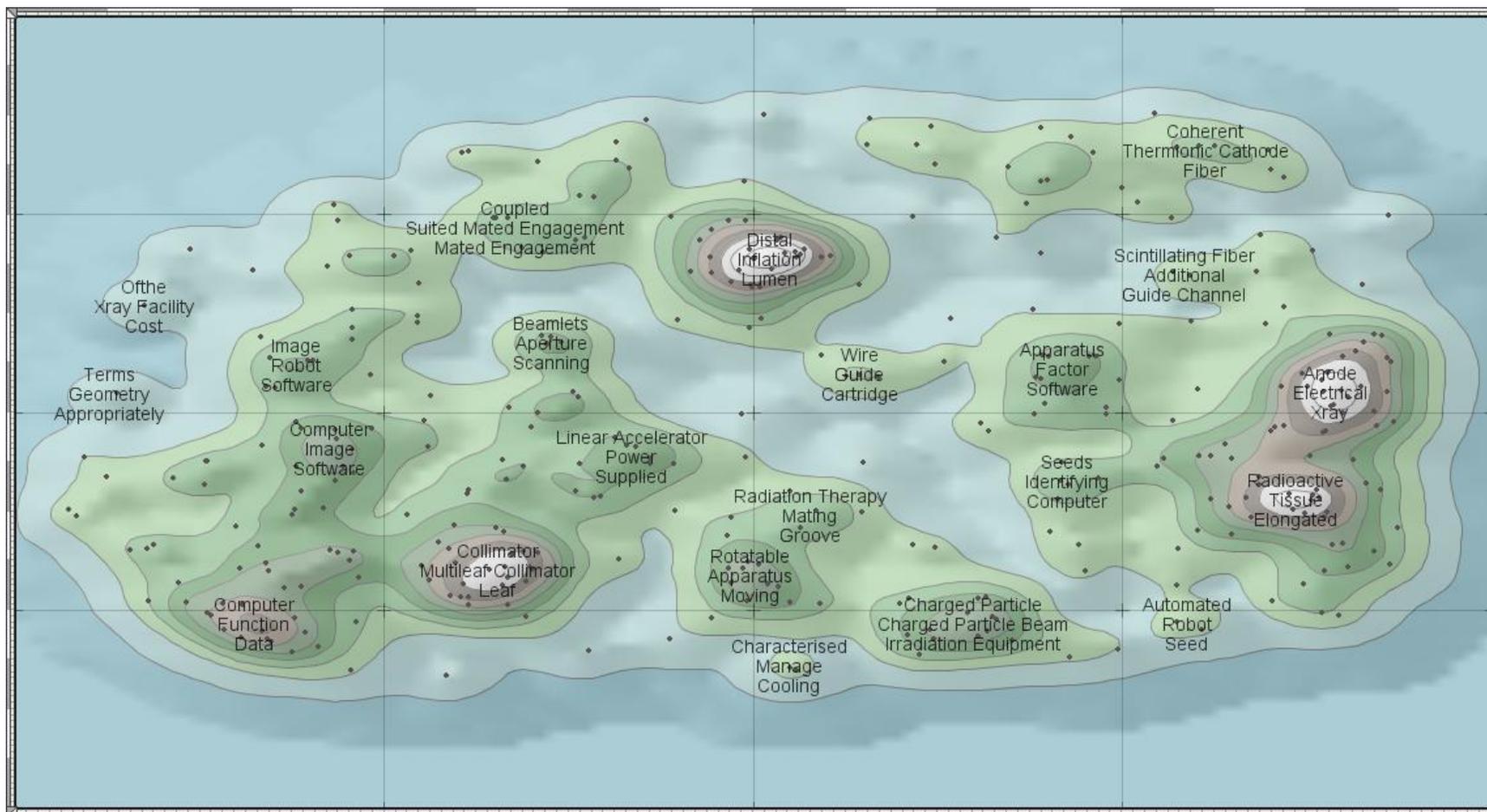


Figura 17 – Mapa dos claims em inglês para os anos de 1999 até 2003

Fonte: elaboração própria.



Figura 18 – Mapa dos claims em inglês para os anos de 2004 até 2008

Fonte: elaboração própria.

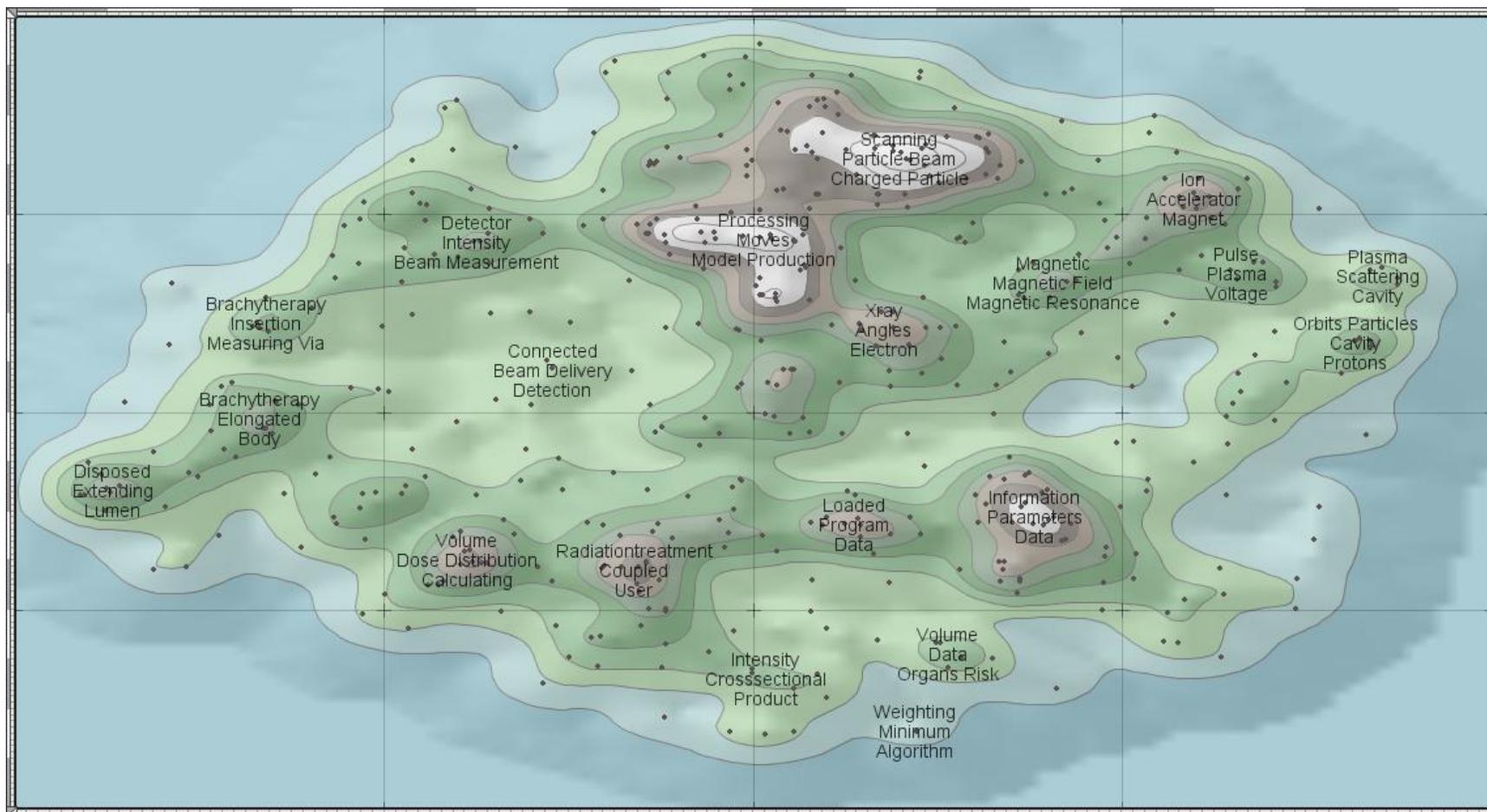


Figura 19 – Mapa dos claims em inglês para os anos de 2009 até 2013

Fonte: elaboração própria.

A partir dos dados dos mapas em inglês, nota-se que no intervalo relativo aos dois primeiros quinquênios, as partes físicas dos equipamentos (como colimadores, suportes e anodos) eram muito presentes. Métodos computacionais começaram a aparecer no segundo período, mas é a partir do terceiro quinquênio já se pode notar uma presença maior de famílias de patentes relacionadas à Tecnologia da Informação: dados, processamento, modelagem. No último quinquênio destacam-se, novamente, tecnologias relacionadas a partículas carregadas, porém com foco em emissão e controle de íons pesados, e não mais de elétrons.

Analisando-se os dados obtidos dos mapas em alemão, tem-se para o primeiro quinquênio (Figura 20) um foco no caminho do feixe de irradiação, sem destaque para nenhum outro termo. Isso muda para o segundo quinquênio (Figura 21), com várias invenções focadas em diversas subáreas: arranjos externos, fonte de irradiação, aceleração de íons para terapia e deflexão vertical. Nota-se que para as famílias de patente em alemão vale o descoberto para as famílias de patentes em inglês que entre 1994 e 2003 os desenvolvimentos de tecnologia eram, basicamente, em partes físicas dos equipamentos. No grupo das invenções de língua germânica isso também muda no terceiro quinquênio (Figura 22), quando as invenções relacionadas à Tecnologia da Informação ganham destaque. Realçam-se invenções de relativas à simulação de dose de radiação nas famílias de patentes germânicas no terceiro período. O último quinquênio (Figura 23) valida o raciocínio de similaridade entre os documentos em inglês e alemão neste setor, com destaque, aqui, para o armazenamento em mídia e plano de irradiação. Também têm evidência nas famílias de patentes germânicas unidades de radioterapia, câmaras emergentes e interrupção de fonte de íons que, provavelmente, estão relacionadas também às invenções correlacionadas à emissão de partículas pesadas. Assim, a partir dos dados desses mapas, pode-se identificar para as famílias de patentes de língua alemã a prevalência de tecnologias de *hardware* nos dois primeiros quinquênios, assim como o aumento da importância de tecnologia da informação nos dois últimos períodos, em que se sobressaíram inventos para tratamento dos dados.

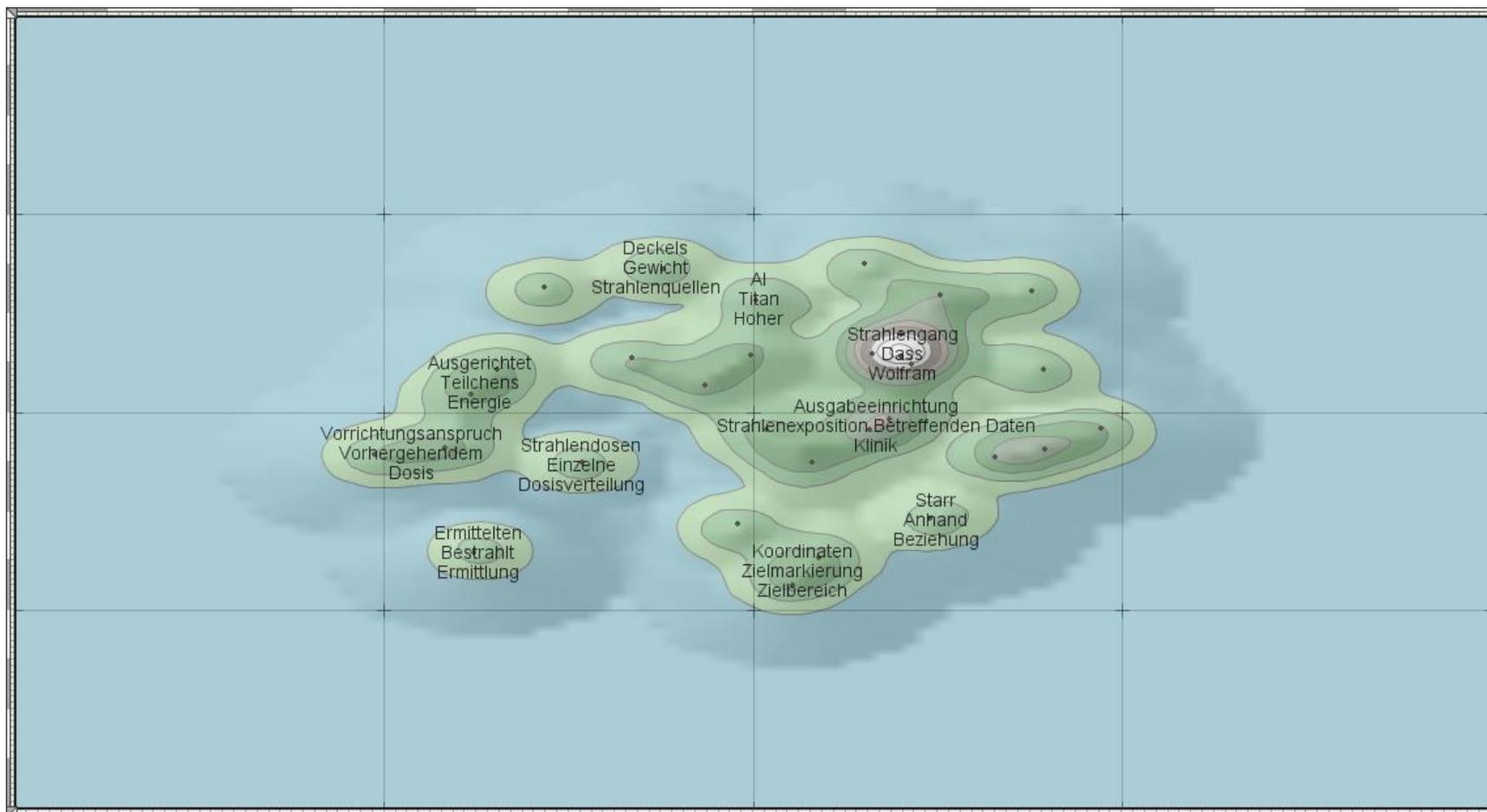


Figura 20 – Mapa dos claims em alemão para os anos de 1994 até 1998

Fonte: elaboração própria.



Figura 21 – Mapa dos claims em alemão para os anos de 1999 até 2003

Fonte: elaboração própria.

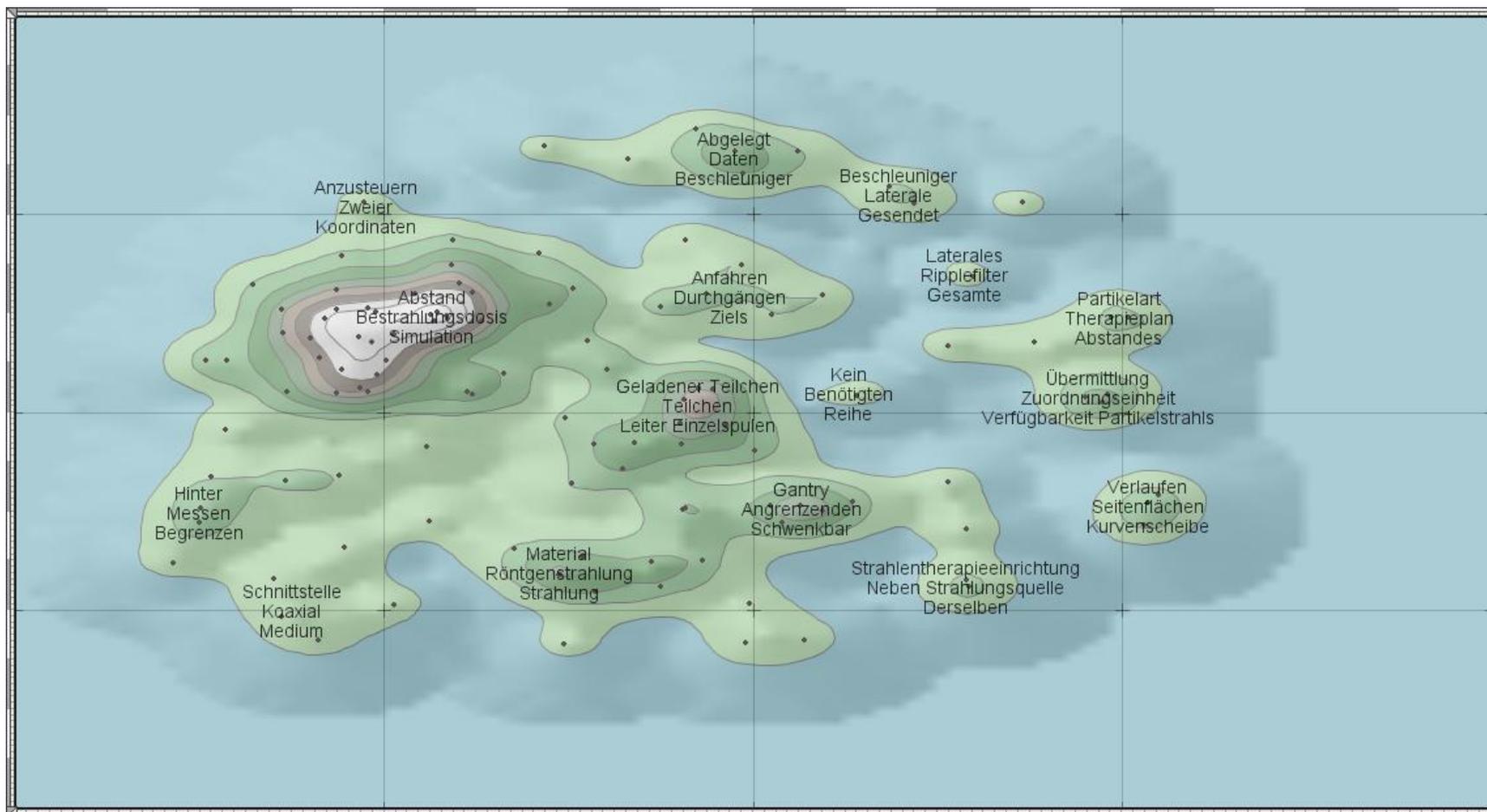


Figura 22 – Mapa dos claims em alemão para os anos de 2004 até 2008

Fonte: elaboração própria.

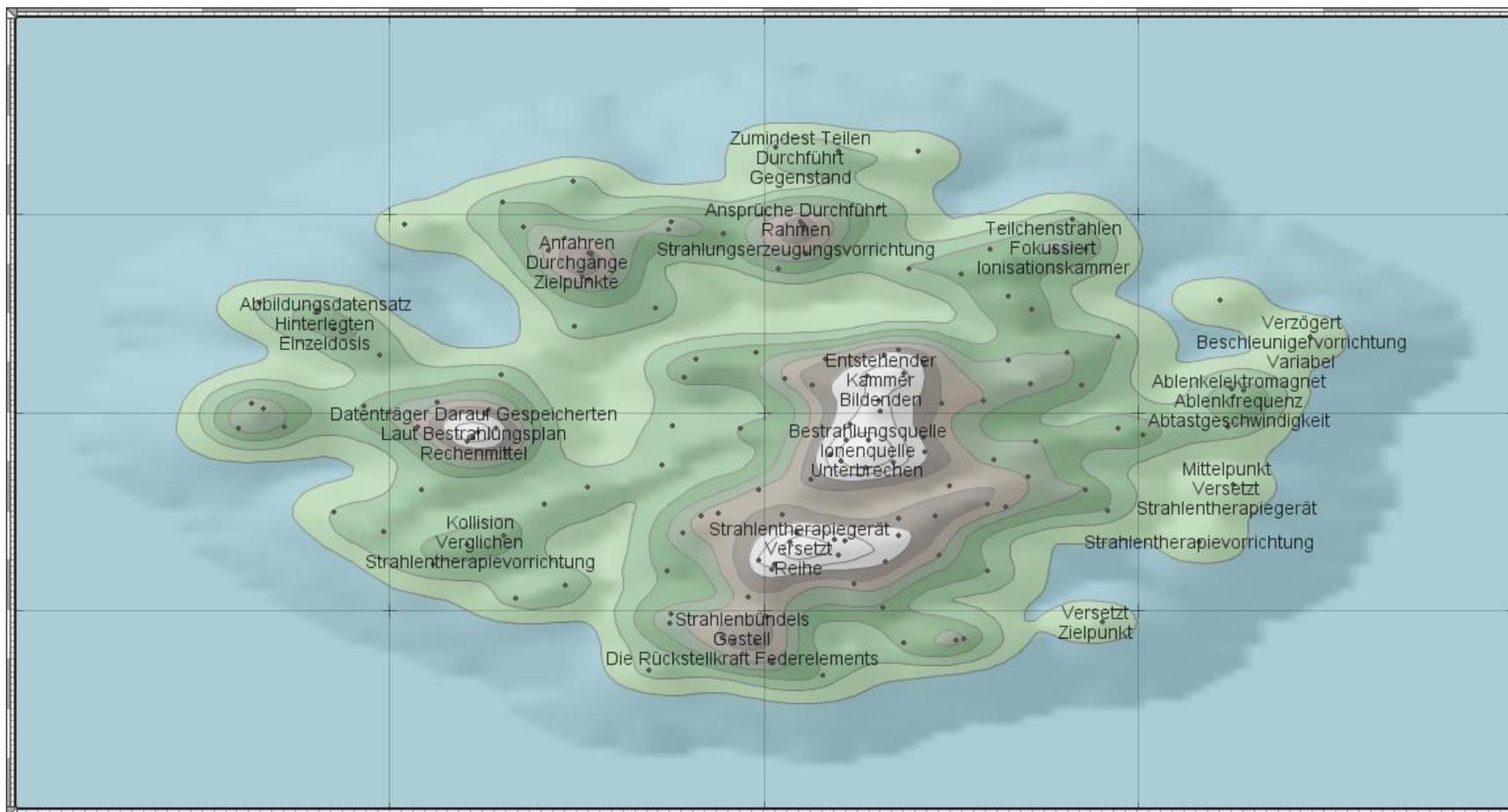


Figura 23 – Mapa dos claims em alemão para os anos de 2009 até 2013

Fonte: elaboração própria

Finalmente, para os mapas em francês, destaca-se no primeiro decênio (1994 a 2003) as famílias de patentes sobre direcionamento de fótons, porém também há certa concentração de documentos relativos a métodos e arranjos. Já no segundo decênio (2004 a 2013) já são encontrados focos distintos das famílias de patentes. Destacam-se pluralidade de tempo, valores de medidas, emissões e focalização. Os dois primeiros casos citados seguem a mesma linha das patentes germânicas e em inglês a partir de 2004: são subsetores de Tecnologia da Informação. Sobre os documentos com publicação francofônica, conclui-se que, apesar de poucos em número (relativamente aos em inglês e alemão), são altamente concentradas em poucos setores. Isso pode ser devido à cultura e foco dos desenvolvedores, bem como à estratégia de mercado destes. Os mapas referentes às patentes de língua francesa podem ser visualizados nas Figuras 24 e 25.



Figura 24 – Mapa dos claims em francês para os anos de 1994 até 2003

Fonte: elaboração própria.

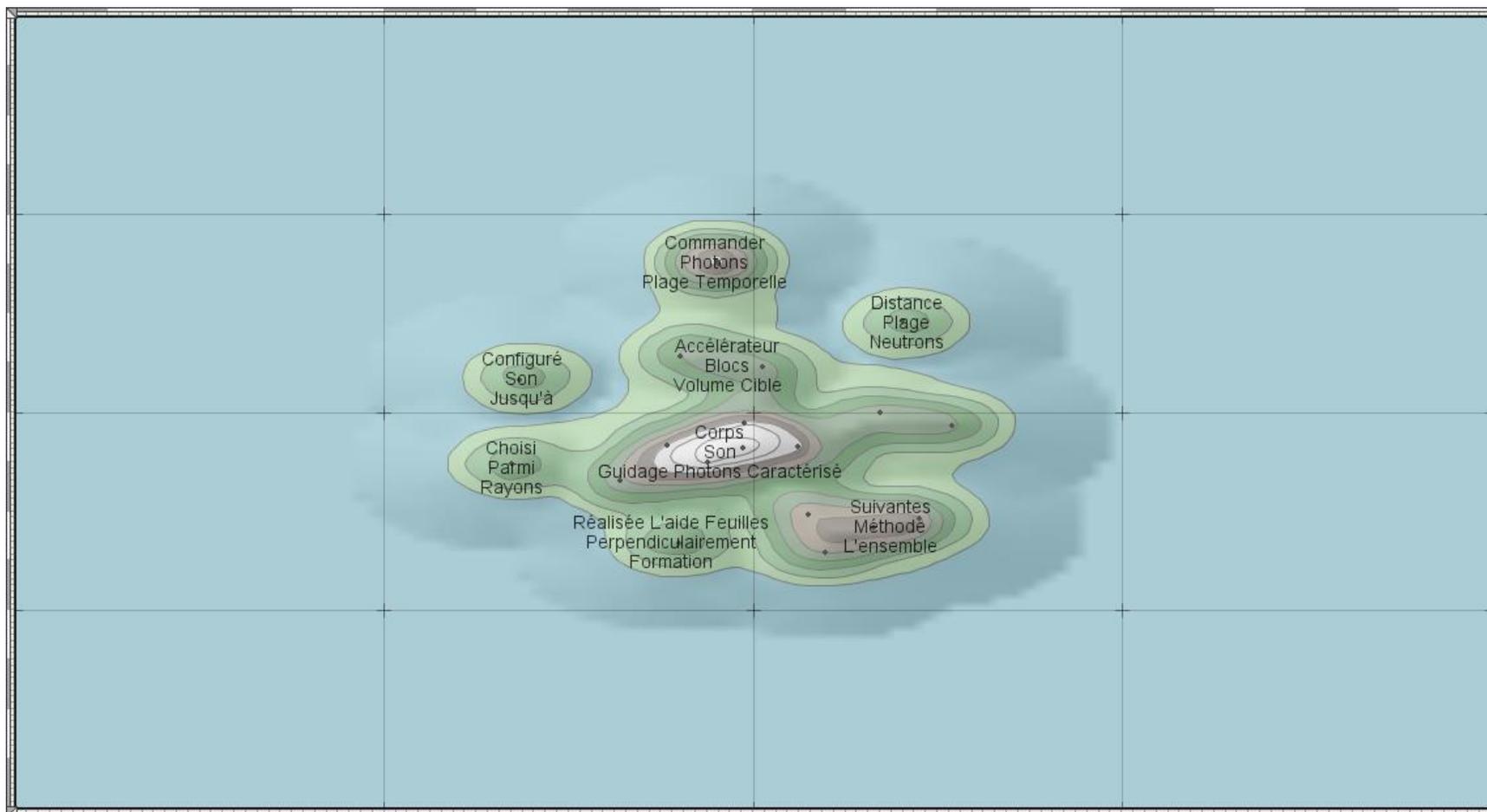


Figura 25 – Mapa dos claims em francês para os anos de 2004 até 2013

Fonte: elaboração própria.

### 4.3 A situação das patentes brasileiras

Somente nove famílias de patentes do conjunto de dados são de origem brasileira e todas estas têm prioridade e publicação somente no Brasil. O texto original (com seus eventuais erros de grafia ou digitação) presente em seus títulos e resumos e as datas de prioridade e titulares estão retratados no Quadro 9.

Número de Publicação	Título Original	Resumo	Data de prioridade mais antiga	Titular
BRPI1100251A2	Dispositivo e sistema para montar componentes em uma cadeia para uma cadeia compreendendo fontes radioativas	É proposto um dispositivo (101), para montar componentes de cadeia em uma cadeia na qual, pelo menos, dois componentes de cadeia incluem fontes radioativas (115). O dispositivo inclui um invólucro (102)	14/02/2011	Eckert & Ziegler Bebig GmbH
BRPI0903014A2	Aperfeiçoamentos introduzidos em travesseiro multiforme anatômico	Mais particularmente trata-se de um travesseiro multiforme (1), notadamente desenvolvido para a adaptação prática e rápida de variados perfis de usuários por meio da acomodação postural instantânea através da modularidade do travesseiro anatômico	10/08/2009	Hirata Mario
BRPI0804199A2	Compensadores para radioterapia com intensidade modulada e processo de fabricação dos mesmos	Com ligas de alta densidade e técnicas metal mecânicas de fabricação, constituídas pela composição da liga de alta densidade, fundição e manufatura, em que a Liga é composta por Estanho (Sn), Cádmiio (Cd), Antimônio (Sb), Chumbo (Pb), Zinco (Zn) e Bismuto (Bi), apresentando um ponto de fusão entre 400 <198>C a 500 <198>C, sendo fundida e vazada para o interior de um molde metálico, onde é aplicada pressão e, após a total solidificação, a peça (1) assume a forma de um corpo tronco-piramidal (2) dotado de uma borda circular de perfil escalonado (3), estando pronta para os processos de fabricação do compensador específico para cada planejamento médico.	18/07/2008	Moldtec Latin America Ltda
BRMU8602566U	Dispositivo pré-amplificador para sondas gamas intra-operatórias utilizando detectores de radiação semicondutores	De acordo com o presente modelo de utilidade, o pré-amplificador sensível à carga, normalmente utilizado em sondas gama intra-operatórias com detectores de radiação semicondutores é substituído por um pré-amplificador sensível à tensão construído parte dentro da sonda e parte dentro da unidade de contagens. Esta disposição apresenta um número reduzido de componentes dentro da sonda, e por conseqüência menor volume. A utilização de filtros na segunda parte do pré-amplificador, tanto para o sinal de entrada como para a rede de realimentação minimiza o ruído eletrônico do conjunto e estabiliza o ganho.	01/12/2006	Comissao Nac Energia Nuclear

BR200405385A	NÃO DISPONÍVEL	NÃO DISPONÍVEL	03/12/2004	Accelerators For Ind & Medical
BRPI200404963A	Concentrador tronco-piramidal de radiações	Patente de invenção de um concentrador tronco-piramidal de radiações que é compreendido por um bloco colimador em formato de tronco de pirâmide de material denso (1) apoiado sobre um suporte com canaletas (6) com múltiplos barras deslizantes (5) cada barra contendo múltiplas fontes radioativas (3) alinhadas respectivamente com os furos (2) direcionados ao isocentro (4) que podem ser deslocadas independentemente ou não com a finalidade de desativar e regular a dose de radiação em torno do isocentro (4) pela passagem seletiva das partículas emitidas pelas fontes radioativas através dos furos (2) com a finalidade de concentrar com precisão e controle a radiação em torno do isocentro (4) pela intersecção de múltiplos campos estreitos de radiação,	16/11/2004	Furlan Aldo
BR200201945A	Visor plumbífero	A presente invenção se refere a um visor plumbífero que proporciona alta capacidade blindante contra radiações ionizantes, fornecendo ainda, perfeita transparência para um observador, sem provocar riscos de problemas irreparáveis à saúde. O visor plumbífero (1) compreende espaçadores (5 e 6) ao lado dos quais são posicionadas duas lâminas de vidro (2, 3) de maneira a formar uma câmara hermética (4) onde é inserida uma certa quantidade de gel plumbífero, sendo que esses componentes envolvidos por uma moldura (7) blindante que fixa ditas lâminas de vidro (2, 3) devidamente posicionadas formando o dito visor plumbífero (1). Alternativamente, o gel plumbífero pode ser solidificado de maneira a formar um bloco ou uma placa sólida, semelhante a uma lâmina de acrílico ou de vidro.	20/05/2002	Leite Willes Martins Banks   Gushi Cristiano Roberto
BR8100217U	Disposição técnica introduzida em posicionador de filmes radiográficos	A presente Patente de Modelo de Utilidade diz respeito a Disposição Técnica Introduzida em Posicionador de Filmes Radiográficos, (1), caracterizada por ser constituída pela introdução de almofada (2) ou dispositivo de mordedura e aleta (3) flexível para fixação de filme para raio "x", sendo que a almofada (2) é o componente destinado a ser apertado pelos dentes do paciente, é fabricado em tamanhos variados, grandes para molares e pequenos para incisivos e caninos, o material utilizado será do tipo atóxico, na sua superfície superior estão dispostas ranhuras (4) transversais tipo ondulares com a finalidade é outorgar uma melhor fixação do aparelho (1) entre os dentes, na sua altura intermediária de vão (5) que permite a introdução e fixação da parte superior (6)	12/02/2001	Russo Sergio Tadeu
BR7703114U	Dispositivo eletrônico miniaturizado emissor de radiações eletromagnéticas e partículas ionizantes com intensidade energéticas e taxas de penetração variáveis	NÃO DISPONÍVEL	22/12/1997	Soares Leite Antonio Carlos

Quadro 9 – Patentes brasileiras, texto original

Fonte: elaboração própria

Pelo texto informado nestas patentes, pode-se observar que o Brasil não tem uma linha definida de produção de tecnologia no setor. O documento mais antigo é um dispositivo emissor de radiações (provavelmente com uma fonte radioativa interna), e segue-se para um posicionador de filmes e um visor plumbífero e continuando com tecnologia simples de colimador. A partir de 2006 as invenções desenvolvidas são mais finas, mas ainda assim, apresentam pouca relevância, sendo um modelo de utilidade de certo tipo de circuito, uma liga, um travesseiro e, mais recentemente, um suporte para fontes radioativas. Aparentemente, invólucros para fontes radioativas, focadas em braquiterapia, seria um foco que o Brasil poderia se aproveitar, mas os dados são tão poucos – e tão espalhados no tempo – que não têm relevância estatística. Também não há concentração de *player*, sendo em sua maioria invenções de titularidade de pessoas físicas. Percebe-se também que nenhuma das invenções é de grande salto tecnológico, sendo *insights* de melhora em outras tecnologias, com exceção, talvez, das patentes BRPI0804199A2 e BRPI200404963A, relacionadas à colimação de feixe.

Os resultados aqui encontrados, bem como os encontrados em toda a malha analisada, não permitem direcionar o desenvolvimento de tecnologia no país. Porém, estima-se que desenvolvimento de *softwares* e metodologias possa ser um caminho para o Brasil, uma vez que existem ótimos profissionais aqui e que estes tipos de invenção demandam menos investimentos que *hardware*. Finalmente, o resultado mais preocupante não é sequer o não desenvolvimento de tecnologias no Brasil, mas sim o total desinteresse dos *players* globais em proteger suas invenções aqui, o que indica que eles sequer acreditam na capacidade dos brasileiros de copiar seus aparelhos e programas.

## 5. CONCLUSÕES, CONSIDERAÇÕES FINAIS E LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Pode-se concluir que o progresso deste mercado se dá somente em países desenvolvidos. A presença de poucas companhias no segmento é evidente, mostrando um mercado restrito a poucos *players*. Os atores mais importantes encontrados foram Mitsubishi, Hitachi, Siemens, Toshiba, Sumitomo, Elekta, GSI GMBH, Koninkl Phillips, Varian, Ion Beam Applications e Nucletron, porém não se pode dizer ao certo qual companhia é a mais relevante para todo o segmento como um todo. Dentre as universidades, destacam-se as japoneses (sobretudo as de Hokkaido e Kyushi) e americanas (sobretudo Wisconsin e California).

O fato dos *players* mais importantes serem do mundo desenvolvido faz com que seus países sejam os mais destacados no segmento também. A China é um novo mercado que tende a ganhar maior importância, porém nenhum outro país emergente tem destaque. Também não há grande preocupação na proteção intelectual de invenções nos países emergentes, o que, basicamente, leva à interpretação de que as companhias desenvolvedoras sequer temem que aquele produto possa ser copiado em países emergentes ou subdesenvolvidos.

Quanto ao tipo de tecnologia desenvolvida nas últimas duas décadas, nos primeiros anos ela era praticamente concentrada em características físicas (*hardware*) das máquinas, como geração de feixes de raios-X e colimação destes. Alguns anos após, tendendo mais para a última década analisada, são encontradas mais invenções nos campos de tratamento de dados e planejamento de tratamentos e, mais recentemente, terapia com íons pesados. Há uma conversão para este caminho nos documentos publicados tanto em inglês como em francês e alemão, o que permite chegar a conclusão que este caminho é global.

As famílias de patentes se agregam em rede, sobretudo em relação aos subsetores das tecnologias patenteadas (por exemplo, terapia por partículas, braquiterapia etc.), porém não se podem desconsiderar os fatores geográficos. Empresas europeias tendem a citar e serem citadas empresas europeias, ocorrendo o mesmo para as americanas e, em maior escala, para as japonesas. As famílias de patentes nipônicas são tão próximas umas das outras no quesito citação, que as características geográficas chegam a ser mais fortes que a própria área de concentração das tecnologias. O grupo que mais se destaca em relação ao subsetor das invenções é o relativo a braquiterapia, e a quase totalidade dos *players* mais importantes desta comunidade é de empresas americanas. Analisando-se os dados dos últimos 20 anos descobriu-se uma tendência grande a se

patentear invenções relacionadas à aceleração, focalização e manejo em geral de partículas carregadas (elétrons nas patentes mais antigas, partículas pesadas nas mais recentes) e também de nêutrons. Também têm destaque os métodos e *softwares* de planejamento e análise de dados, cateteres emissores de raios-X e fontes miniaturizadas em geral. O método de análise dos documentos com base na formação de rede se mostrou viável e robusto, levando a uma melhor e mais precisa análise dos grupos formados dentro do segmento.

Finalmente, quanto às patentes brasileiras, elas são de baixa tecnologia e, provavelmente, pouco relevantes para o mercado. Têm-se patentes brasileiras de dispositivo emissor de radiações, de um posicionador de filmes e um visor plumbífero e tecnologia de colimador. As outras invenções brasileiras no segmento são um modelo de utilidade de certo tipo de circuito já existente, uma liga, um travesseiro e um suporte para fontes radioativas. O cenário não é bom para o Brasil. Caso companhias, universidades ou instituições de pesquisa do país queiram desenvolver algo no setor, devido ao *know how* não existente aqui, um bom caminho seria tentar copiar alguns inventos estrangeiros (visto que não são protegidos aqui) e, a partir daí, fazer melhoramentos como modelos de utilidade ou mesmo embarcar novos sistemas, num desenvolvimento de *software*. Porém deve-se notar que a ausência de interesse nos *players* globais em proteger seus inventos no Brasil mostra que não há crença que se consiga sequer copiar os produtos daqueles aqui. O Brasil não é um mercado-alvo no que se refere à proteção de tecnologia.

A principal limitação encontrada nesta dissertação foi trabalhar com as incertezas referentes ao estudo de documentos patentários. Uma vez que os dados são alimentados nos sistemas por pessoas, há, muitas vezes, erros de digitação ou não uniformidade nas abreviações. Outro problema com o banco de dados se deve a questões de tradução, sobretudo no que se refere a idiomas que se utilizam de outro alfabeto. Apesar de, neste setor, boa parte dos documentos analisados terem versões em inglês, alguns estavam disponíveis somente, por exemplo, em japonês, fato que fez com que tivessem que ser simplesmente ignorados em alguns pontos que não se utilizavam de análises de dados agregados. Esses fatos prejudicam a análise dos dados e, algumas vezes, fazem com que se seja impossível tratar das informações com total certeza. Por outro lado, o fato da equipe da Thomson Reuters trabalhar sempre na correção destes problemas e de, posteriormente, eu tê-los em grande parte corrigido após coleta de dados diminui a incerteza do trabalho.

Uma continuação possível e pertinente deste trabalho é verificar quais patentes realmente se tornaram produtos e a aceitação destes no mercado. Utilizar métodos de valoração para fazer *valuation* dos ativos protegidos e montar estratégias para se entrar no mercado é outra opção. Finalmente, a aplicação desta metodologia em outros setores pode levar a conclusões mais gerais que as encontradas, ou mesmo corroborar o fator geográfico e de proximidade tecnológica nas redes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHAM, B. P.; MOITRA, S. D. Innovation assessment through patent analysis. **Technovation**, v. 21, p. 245-252, 2001.
- ADAMS, J.; PENDLEBURY, D.; STEMBRIDGE, B. **Building BRICKs** – exploring the global research and innovation impact of Brazil, Russia, India, China and South Korea. Thomson Reuters, 2013. Disponível em: <<http://sciencewatch.com/sites/sw/files/sw-article/media/grr-brick.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2014.
- ALBERTS, B. et al. **Fundamentos da biologia celular**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.
- ANDERSEN, B. The evolution of technological trajectories 1890-1990. **Structural Change and Economic Dynamics**, v. 9, p. 5-34, 1998.
- ARENAS, A.; FERNANDEZ, A.; GOMEZ, S. Analysis of the structure of complex networks at different resolution levels. **New Journal of Physics**, v. 10, p. 2-22, 2008.
- BARBERÁ-TOMÁS, D.; JIMÉNEZ-SÁEZ, F.; CASTELLÓ-MOLINA, I. Mapping the importance of the real world: the validity of connectivity analysis of patent citations networks. **Research Policy**, v. 40, p. 473-486, 2011.
- BLONDEL, V. D.; GUILLAUME, J.-L.; LAMBIOTTE, R.; LEFEBVRE, E. et al. Fast unfolding of communities in large networks. **Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment**, v. 10, p. 1000, 2008.
- BRANTLE, T. F.; FALLAH, M. H. Complex innovation networks, patent citations and power laws. In: Portland International Center for Management of Engineering and Technology - PICMET 2007, 2007. p. 540-549.
- BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Portal do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação**. 2008. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/73412.html>>. Acesso em: 07 nov. 2011.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Informática do SUS. 2010. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/idb2009/matriz.htm#cober>>. Acesso em: 07 nov. 2011.
- CHANG, S.-B. Using patent analysis to establish technological position: two different strategic approaches. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 79, p. 3-15, 2012.
- COOTER, R.; ULEN, T. **Law and economics**. 6th ed.: Prentice Hall, 2011.
- CORROCHER, N.; MALERBA, F.; MONTOBBIO, F. Schumpeterian patterns of innovative activity in the ICT field. **Research Policy**, v. 36, p. 418-432, 2007.

CSÁRDI, G.; STRANDBURG, K. J.; ZALÁNYI, L. et al. Modeling innovation by a kinetic description of the patent citation system. **Physica A**, v. 374, p. 783-793, 2007.

DAIM, T. U.; RUEDA, G.; MARTIN, H.; GERDSRI, P. et al. Forecasting emerging technologies: use of bibliometrics and patent analysis. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 73, p. 981-1012, 2006.

DAMODARAN, A. **The little book of valuation**: how to value a company, pick a stock and profit. Hoboken: Wiley, 2011.

DASGUPTA, P.; DAVID, P. A. Information disclosure and the economics of science and technology. In: GEORGE, R. **Arrow and the ascent of modern economic theory**. Feiwel Basingstoke: Macmillan, 1987.

DOSI, G. Technological paradigms and technological trajectories - a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. **Research Policy**, v. 11, p. 147-167, 1982.

FATTORI, M.; PEDRAZZI, G.; TURRA, R. Text mining applied to patent mapping: a practical business case. **World Patent Information**, v. 25, p. 335-342, 2003.

FIGUEROA, S. R.; VALENTE, M. Universidad de la Frontera. Universidad Nacional de Cordoba, assignee. **Device for generating beams of converging x-photons and electrons**. EP2711048 A2. 19 abr. 2012, 26 mar. 2014..

GENERAL ELECTRIC. **Sobre a GE Healthcare**. 2007. Disponível em: <<http://www.gehealthcare.com/lapt/msabout.html>>. Acesso em: 07 nov. 2011.

GEUM, Y.; KIM, C.; LEE, S.; KIM, M.-S. et al. Technological convergence of IT and BT: evidence from patent analysis. **ETRI Journal**, v. 34, n. 3, p. 439-449, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2010: população do Brasil é de 190.732.694 pessoas**. 2010. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br/noticias-censo?view=noticia&id=1&idnoticia=1766&t=censo-2010-populacao-brasil-190-732-694-pessoas>>. Acesso em: 07 nov. 2011.

INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER (INCA). **A situação do câncer no Brasil**. Rio de Janeiro: INCA, 2006. Disponível em: <<http://www1.inca.gov.br/enfermagem/docs/cap1.pdf>>.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL (INPI). **Guia básico – patentes**. 2012. Disponível em: <<http://www.inpi.gov.br/index.php/patente/guia-basico>>. Acesso em: 18 abr. 2012.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL (INPI). **IPC**. 2013. Disponível em: <<http://ipc.inpi.gov.br/ipcpub/#refresh=page&notion=scheme&version=20130101>>. Acesso em: 29 abr. 2014.

INTYRE, R. M. C.; NUNAN, C. Varian Associates, assignee. **Linear particle accelerator system having improved beam alignment and method of operation**. Patent US 3838284, 24 Sept. 1974.

JACKSON, M. O. **Social and economic networks**. Princeton University Press, 2010.

KIM, Y.; SON, S.-W.; JEONG, H. **LinkRank: finding communities in directed networks**. 2009. Disponível em: <[arXiv:0902.3728v2](https://arxiv.org/abs/0902.3728v2). 2009>. Acesso em: 15 jul. 2014.

KIM, C.; LEE, H.; SEOL, H.; LEE, C. et al. Identifying core technologies based on technological cross-impacts: an association rule mining (ARM) and analytic network process (ANP) approach. **Expert Systems with Applications**, v. 38, p. 12559-12564, 2011.

LAMBIOTTE, R.; DELVENNE, J.-C.; BARAHONA, M. **Laplacian dynamics and multiscale modular structure in networks**. 2009. Disponível em: <[arXiv:0812.1770](https://arxiv.org/abs/0812.1770). 2009>. Acesso em: 15 JUL. 2014.

LAI, K.-K.; WU, S.-J. Using the patent co-citation approach to establish a new patent classification system. **Information Processing and Management**, v. 41, p. 313-330, 2005.

LEE, S.; YOON, B.; LEE, C.; PARK, J. et al. Business planning based on technological capabilities: patent analysis for technology-driven roadmapping. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 76, p. 769-786, 2009.

LICHTENTHALER, E. Managing technology intelligence processes in situations of radical technological change. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 74, n. 8, p. 1109-1136, 2007.

NAIR, S. S.; MATHEW, M.; NAG, D. Dynamics between patent latent variables and patent price. **Technovation**, v. 31, n. 12, p. 648-654, 2011.

NO, H. J.; PARK, Y. Trajectory patterns of technology fusion: trend analysis and taxonomical grouping in nanobiotechnology. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 77, p. 63-75, 2010.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). UN Comtrade. **United Nations Commodity Trade Statistics Database**. 2014. Disponível em: <<http://comtrade.un.org/db/mr/rfCommoditiesList.aspx?px=H1&cc=902221>>. Acesso em: 12 abr. 2012.

PATEL, D.; WARD, M. R. Using patent citation patterns to infer innovation market competition. **Research Policy**, v. 40, p. 886-894, 2011.

PITKETHLY, R. The valuation of patents: a review of patent valuation methods with consideration of option based methods and the potential for further research. **New Developments in Intellectual Property: Law and Economics**, 17-18 mar. 1997. Oxford: St. Peter's College, 1997.

PORTUGAL. Ministério da Justiça. Instituto Nacional da Propriedade Industrial. **Patentes**. 2014. Disponível em: <<http://www.marcaspatentes.pt/index.php?section=464>>. Acesso em: 13 maio 2014.

RASSENFOSSE, G.; POTTERIE, B. P. A policy insight into the R&D - patent relationship. **Research Policy**, v. 38, p. 779-792, 2009.

REITZIG, M. What determines patent value? Insights from the semiconductor industry. **Research Policy**, v. 32, p. 13-26, 2003.

RIGHETTI, S. Brasil cresce em produção científica, mas índice de qualidade cai. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 22 abr. 2013. **Ciência**. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/ciencia/2013/04/1266521-brasil-cresce-em-producao-cientifica-mas-indice-de-qualidade-cai.shtml>>. Acesso em: 24 jul. 2014.

SALOMON, R. A história da radioterapia. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE RADIOTERAPIA, 12., 2010, Campinas. 2010.

SAPSALIS, E.; POTTERIE, B. P.; NAVON, R. Academic versus industry patenting: an in-depth analysis of what determines patent value. **Research Policy**, v. 35, p. 1631-1645, 2006.

SILVEIRA, N. **Propriedade intelectual**. 4. ed. Manole, 2011.

SIMIE, J. Path dependence and new technological path creation in the danish wind power industry. **European Planning Studies**, v. 20, n. 5, p. 753-772, 2012.

SVENSSON, R. Commercialization, renewal and quality of patents. **IFN Working Paper**, v. 861, p. 1-35, 2011.

TEODORU & ASSOCIATES SRL AND INTELLEKTUS NETWORK (CYPRUS) LTD. **Patent annuity payment services**. 2010. Disponível em: <<http://www.patent-annuities.eu/>>. Acesso em: 18 abr. 2012.

THOMAS, R.; GUP, B. E. **The valuation handbook**: valuation techniques from today's top practitioners. Hoboken: Wiley, 2010.

TIRRELL, M. Varian medical jumps as Siemens exits radiation therapy market. **Bloomberg**, 2011. Disponível em: <<http://www.businessweek.com/news/2011-11-16/varian-medical-jumps-as-siemens-exits-radiation-therapy-market.html>>. Acesso em: 24 jul. 2014.

TRAPPEY, A. J. C.; TRAPPEY, C. V.; WU, C.-Y.; LIM, C.-W. et al. A patent quality analysis for innovative technology and product development. **Advanced Engineering Informatics**, v. 26, p. 26-34, 2012.

TSENG, Y. H.; LIN, C.-J.; LIN, Y.-I. Text mining techniques for patent analysis. **Information Processing and Management**, v. 43, p. 1216-1247, 2007.

UGHETTO, E. Assessing the contribution to innovation of private equity investors: a study on European buyouts. **Research Policy**, v. 39p. 126-140, 2010.

VAN TRIEST, S.; VIS, W. Valuing patents on cost-reducing technology: a case study. **Int. J. Production Economic**, v. 105, p. 282-292, 2007.

VERSPAGEN, B. Mapping technological trajectories as patent citation networks: a study on the history of fuel cell research. **Advances in Complex Systems**, v. 10, n. 1, p. 93-115, 2007.

VEUGELERS, M.; BURY, J.; VIAENE, S. Linking technology intelligence to open innovation. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 77, p. 335-343, 2010.

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION (WIPO). **Reseña histórica de la OMPI**. 2010. Disponível em: <<http://www.wipo.int/about-wipo/es/history.html>>. Acesso em: 18 abr. 2012.

YOON, B. On the development of a technology intelligence tool for identifying technology opportunity. **Expert Systems with Applications**, v. 35, p. 124-135, 2008.

YOON, B.; PARK, Y. A text-mining-based patent network: analytical tool for high-technology trend. **Journal of High Technology Management Research**, v. 15, p. 37-50, 2004.

ANEXO A: Códigos TLD (*Top-Level Domain*) dos países\*

Quadro A – Códigos TLD dos países

<b>TLD</b>	<b>País</b>	<b>TLD</b>	<b>País</b>	<b>TLD</b>	<b>País</b>
AC	Ascensão	BS	Bahamas	EC	Equador
AD	Andorra	BT	Butão	EE	Estônia
AE	Emirados Árabes Unidos	BV	Ilha Bouvet	EG	Egito
AF	Afeganistão	BW	Botswana	ER	Eritreia
AG	Antígua e Barbuda	BY	Bielorrússia	ES	Espanha
AI	Anguilla	BZ	Belize	ET	Etiópia
AL	Albânia	CA	Canadá	EU	Europa
AM	Armênia	CC	Ilhas Cocos	FI	Finlândia
AN	Antilhas Holandesas	CD	República Democrática do Congo	FJ	Fiji
AO	Angola	CF	República Centro-Africana	FK	Ilhas Falkland (Malvinas)
AQ	Antártida	CG	República do Congo	FM	Estados Federados da Micronésia
AR	Argentina	CH	Suíça	FO	Ilhas Feroé
AS	Samoa Americana	CI	Costa do Marfim	FR	França
AT	Áustria	CK	Ilhas Cook	GA	Gabão
AU	Austrália	CL	Chile	GB	Reino Unido*
AW	Aruba	CM	Camarões	GD	Granada
AZ	Azerbaijão	CN	República Popular da China	GE	Geórgia
BA	Bósnia e Herzegovina	CO	Colômbia	GF	Guiana Francesa
BB	Barbados	CR	Costa Rica	GG	Guernsey
BD	Bangladesh	CU	Cuba	GH	Gana
BE	Bélgica	CV	Cabo Verde	GI	Gibraltar
BF	Burkina Faso	CX	Ilha Natal	GL	Groenlândia
BG	Bulgária	CY	Chipre	GM	Gâmbia
BH	Bahrein	CZ	República Tcheca	GN	Guiné
BI	Burundi	DE	Alemanha	GP	Guadalupe
BJ	Benim	DJ	Djibuti	GQ	Guiné Equatorial
BM	Bermudas	DK	Dinamarca	GR	Grécia
BN	Brunei Darussalam	DM	Dominica	GS	Ilhas Geórgia do Sul e Sandwich do Sul
BO	Bolívia	DO	República Dominicana	GT	Guatemala
BR	Brasil	DZ	Argélia	GU	Guam

<b>TLD</b>	<b>País</b>	<b>TLD</b>	<b>País</b>	<b>TLD</b>	<b>País</b>
GW	Guiné-Bissau	LC	Santa Lúcia	NF	Ilha Norfolk
GY	Guiana	LI	Liechtenstein	NG	Nigéria
HK	Hong Kong	LK	Sri Lanka	NI	Nicarágua
HM	Ilha Heard e Ilhas McDonald	LR	Libéria	NL	Países Baixos
HN	Honduras	LS	Lesoto	NO	Noruega
HR	Croácia	LT	Lituânia	NP	Nepal
HT	Haiti	LU	Luxemburgo	NR	Nauru
HU	Hungria	LV	Letónia	NU	Niue
ID	Indonésia	LY	Líbia	NZ	Nova Zelândia
IE	Irlanda	MA	Marrocos	OM	Omã
IL	Israel	MC	Mônaco	PA	Panamá
IM	Ilha de Man	MD	Moldávia	PE	Peru
IN	Índia	ME	Montenegro	PF	Polinésia Francesa
IO	Território Britânico do Oceano Índico	MG	Madagáscar	PG	Papua-Nova Guiné
IQ	Iraque	MH	Ilhas Marshall	PH	Filipinas
IR	Irã	MK	antiga República Iugoslava da Macedônia	PK	Paquistão
IS	Islândia	ML	Mali	PL	Polónia
IT	Itália	MM	Myanmar	PM	Saint-Pierre e Miquelon
JE	Jersey	MN	Mongólia	PN	Ilhas Pitcairn
JM	Jamaica	MO	Macau	PR	Porto Rico
JO	Jordânia	MP	Ilhas Marianas Setentrionais	PS	Territórios palestinos
JP	Japão	MQ	Martinica	PT	Portugal
KE	Quênia	MR	Mauritânia	PW	Palau
KG	Quirguistão	MS	Montserrat	PY	Paraguai
KH	Camboja	MT	Malta	QA	Qatar
KI	Kiribati	MU	Maurício	RE	Reunião (ilha)
KM	Comores	MV	Maldivas	RO	Roménia
KN	Saint Kitts e Nevis	MW	Malawi	RU	Rússia
KR	Coreia do Sul	MX	México	RW	Ruanda
KW	Kuwait	MY	Malásia	SA	Arábia Saudita
KY	Ilhas Caiman	MZ	Moçambique	SB	Ilhas Salomão
KZ	Cazaquistão	NB	Namíbia	SC	Seychelles
LA	Laos	NC	Nova Caledônia	SD	Sudão
LB	Líbano	NE	Níger	SE	Suécia

<b>TLD</b>	<b>País</b>	<b>TLD</b>	<b>País</b>	<b>TLD</b>	<b>País</b>
SG	Singapura	TF	Terras Austrais e Antárticas Francesas	US	Estados Unidos da América - EUA
SH	Santa Helena (território)	TG	Togo	UY	Uruguai
SI	Eslovênia	TH	Tailândia	UZ	Uzbequistão
SJ	Ilhas Svalbard e Jan Mayen	TJ	Tadjiquistão	VA	Vaticano
SK	Eslováquia	TK	Tokelau	VC	São Vicente e Granadinas
SL	Serra Leoa	TL	Timor-Leste	VE	Venezuela
SM	San Marino	TM	Turquemenistão	VG	Ilhas Virgens Britânicas
SN	Senegal	TN	Tunísia	VI	Ilhas Virgens Americanas
SO	Somália	TO	Tonga	VN	Vietnã
SR	Suriname	TR	Turquia	VU	Vanuatu
SS	Sudão do Sul	TT	Trinidad e Tobago	WF	Wallis e Futuna
ST	São Tomé e Príncipe	TV	Tuvalu	WS	Samoa
SU	antiga União Soviética - URSS	TW	Taiwan	YE	Iêmen
SV	El Salvador	TZ	Tanzânia	YT	Mayotte
SY	Síria	UA	Ucrânia	YU	Iugoslávia
SZ	Suazilândia	UG	Uganda	ZA	África do Sul
TC	Ilhas Turcas e Caicos	UK	Reino Unido*	ZM	Zâmbia
TD	Chade	UM	Ilhas Menores Distantes dos Estados Unidos	ZW	Zimbábue

\*Os códigos TLD representam, cada um, um país específico, com exceção do Reino Unido, que possui tanto o código GB (de *Great Britain*, Grã Bretanha) e UK (de *United Kingdom*, Reino Unido). EP e WO representam, respectivamente, o Escritório Europeu de patentes e patentes depositadas como PCT, que permite escolha posterior dos países de publicação das patentes. Não estão na tabela de TLD porque não são TLD. Exceto estes casos citados, o país é indicado, nas patentes, pelo seu código TLD.

APÊNDICE A: Mapas gerados com reivindicações em todos os idiomas

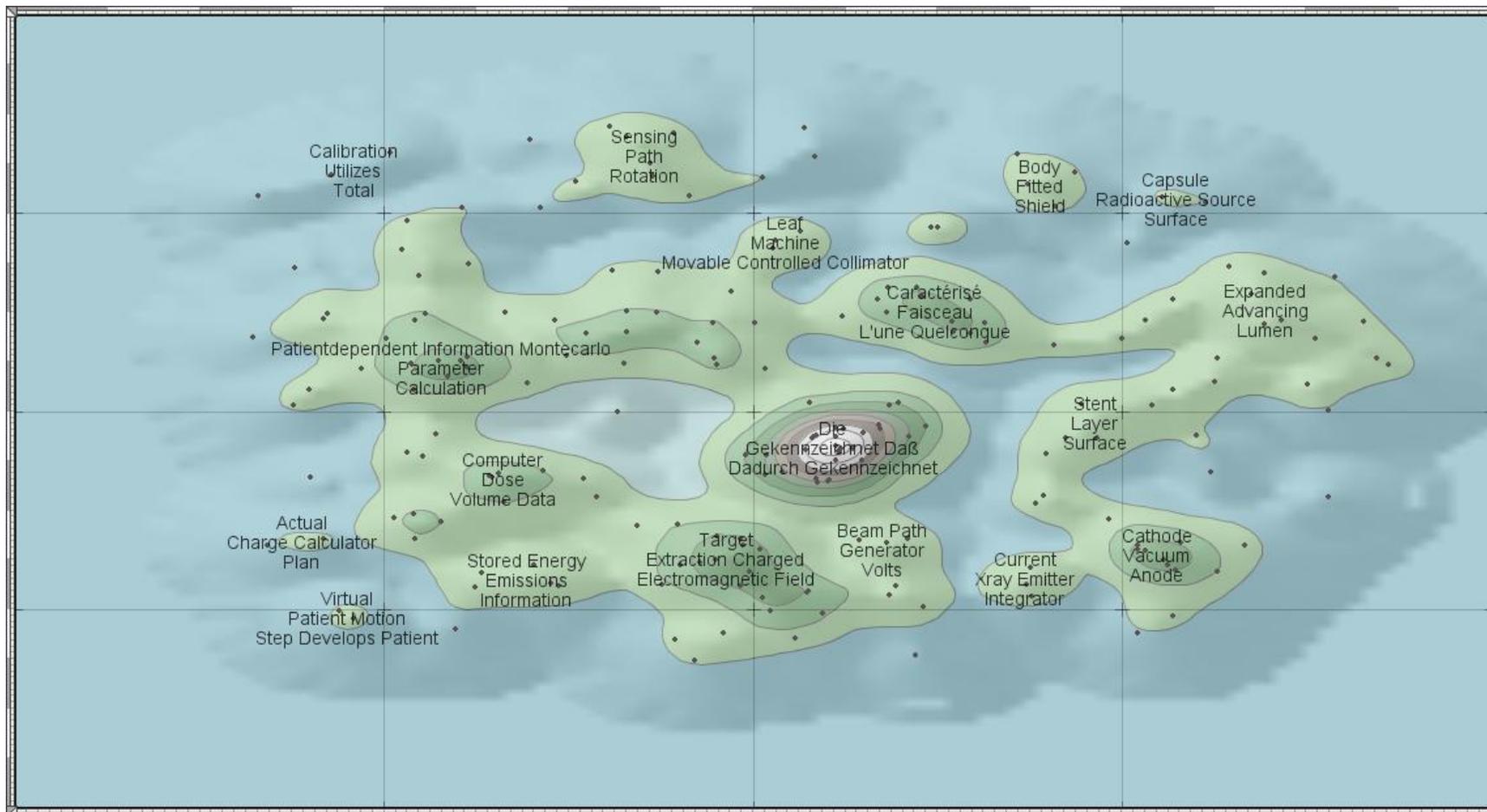


Figura A.1 – Mapa dos claims para os anos de 1994 até 1998

Fonte: elaboração própria.

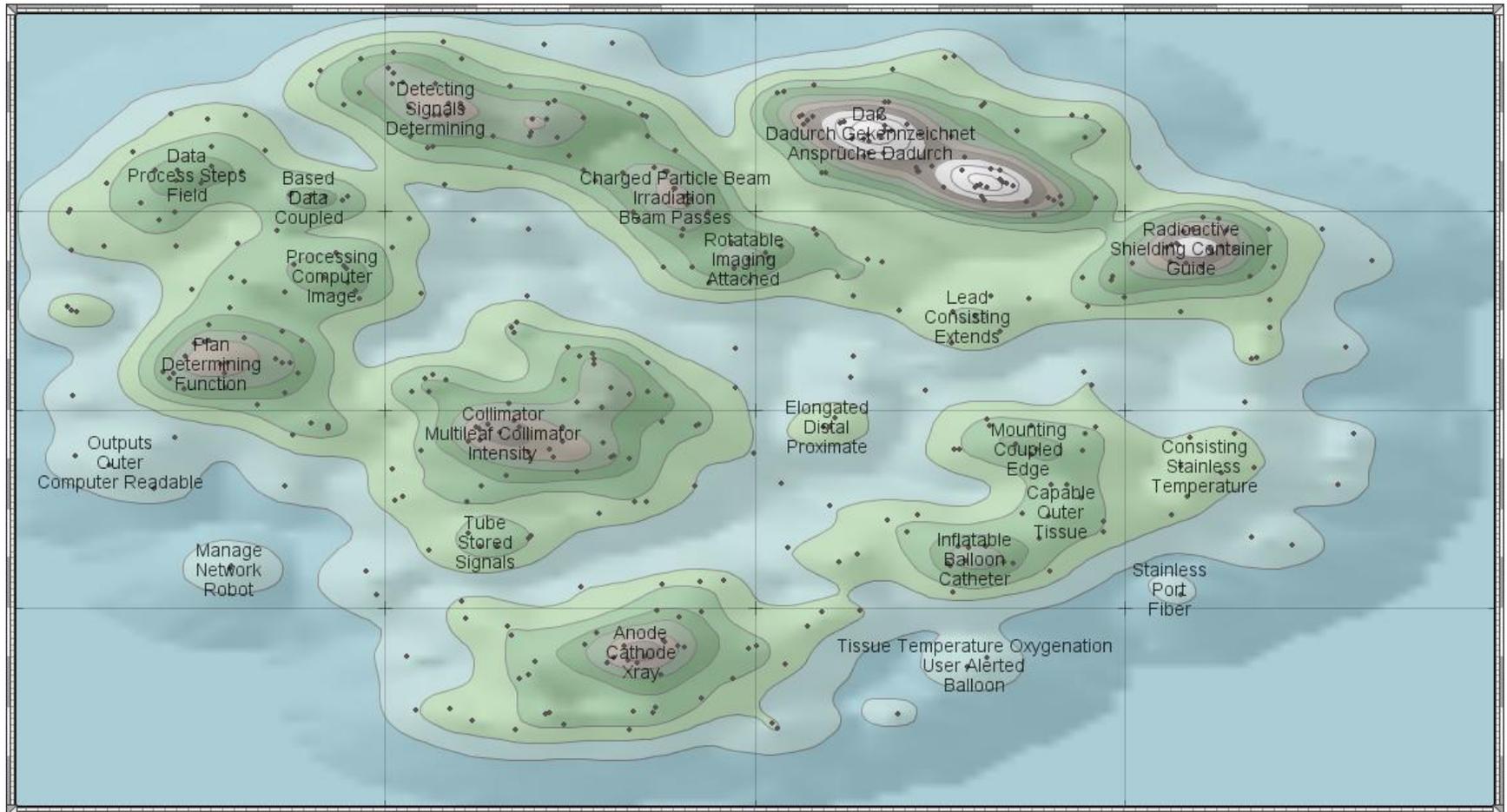


Figura A.2 – Mapa dos claims para os anos de 1999 até 2003

Fonte: elaboração própria.

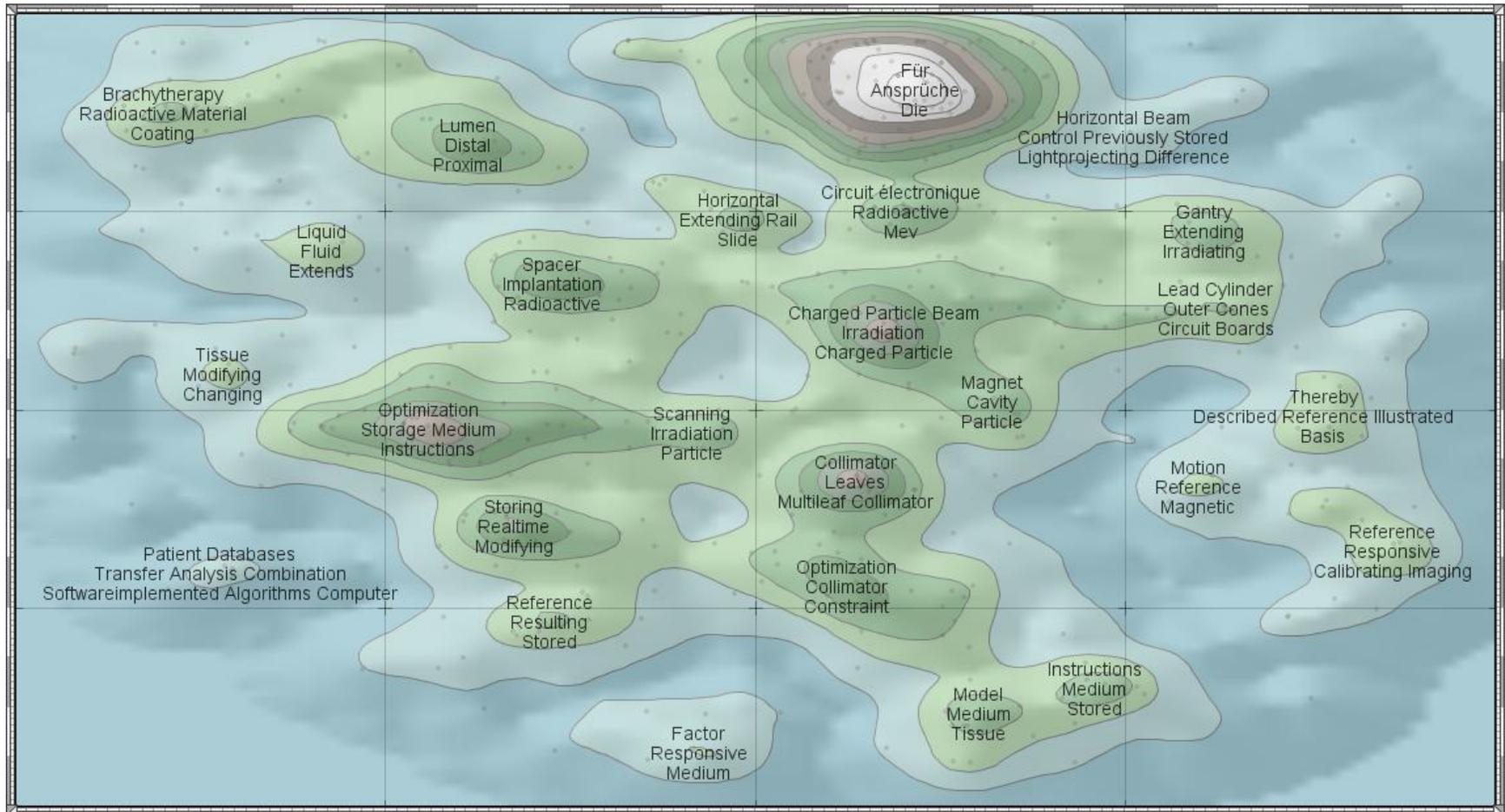


Figura A.3 – Mapa dos claims para os anos de 2004 até 2008

Fonte: elaboração própria.



Figura A.4 – Mapa dos *claims* para os anos de 2009 até 2013

Fonte: elaboração própria.

## APÊNDICE B: Códigos e títulos de patentes

Quadro B – Códigos de famílias de patentes que formaram rotas e seus respectivos títulos

Patente	Número de Rotas	Título
US7266175B1	11	Planning method for radiation therapy
WO2009127747A1	11	Planning system for intraoperative radiation therapy and method for carrying out said planning
US6393096B1	7	Planning method and apparatus for radiation dosimetry
JP2008136523A	3	Irradiation planning method, apparatus, particle beam irradiation system and computer program for them
JP2009022797A	3	Particle beam irradiation apparatus and particle radiotherapy apparatus
JP2010005149A	3	Multileaf collimator for particle beam treatment system
JP2011000378A	3	Charged particle beam irradiation system
JP2011147592A	3	Particle beam therapy apparatus
US6360116B1	3	Brachytherapy system for prostate cancer treatment with computer implemented systems and processes to facilitate pre-operative planning and post-operative evaluations
WO2011080942A1	3	Beam irradiation apparatus and beam irradiation control method
WO2012127864A1	3	Moving body tracking device for radiation therapy
WO2013065163A1	3	Particle beam irradiation device and particle radiotherapy device
EP2005993A1	2	Charged particle irradiation system
EP2647407A1	2	A system for the delivery of proton therapy by pencil beam scanning of a predeterminable volume within a patient
JP11216197A	2	Multi-leaf collimator and device for radiation treatment provided with the same
JP2006087649A	2	Method for irradiating radiation
JP2007195877A	2	Particle beam therapy system
JP2010075584A	2	Particle beam irradiation system, and method of controlling the same
JP2011250910A	2	Particle beam therapeutic apparatus
US20120215049A1	2	Particle beam therapy system
US20140014851A1	2	Charged particle beam irradiation apparatus
US20140018603A1	2	Charged particle beam treatment planning device and charged particle beam treatment planning method
US5511549A	2	Normalizing and calibrating therapeutic radiation delivery systems
US5602892A	2	Method for optimization of radiation therapy planning
US5647663A	2	Radiation treatment planning method and apparatus
DE19504054A1	1	Konturenkollimator fuer die strahlentherapie
DE19905823C1	1	Kollimator zum begrenzen eines bündels energiereicher strahlen
EP1045399A1	1	Device and method for controlling a raster scanner in ion therapy
EP1348465A1	1	Particle therapy system
EP1402922A1	1	Device for radiation treatment of proliferative tissue surrounding a cavity in an animal body
EP1402923A1	1	Medical particle irradiation apparatus
EP1477206A1	1	Particle beam irradiation apparatus and treatment planning unit
EP1616597A1	1	Device for radiation treatment of proliferative tissue surrounding a cavity in an animal body
EP1656966A1	1	Particle beam irradiation system
EP1806161A1	1	Implant for treatment of the inner walls of resection cavities
EP1872827A1	1	Device for irradiating tissue with at least one electron source and with many radiation heads
EP1967230A1	1	Particle therapy device

EP695560A2	1	Method and apparatus for conformal radiation therapy
FR2728471A1	1	Appareil de radiotherapie a faisceau tridimensionnel de rayons x, comportant des moyens d'imagerie de controle et de diagnostic
FR2820045A1	1	Dispositif bilina-imatron de stereoradiotherapie par acceleration et collision des particules des 2 faisceaux d'irradiation synchrones associe a un dispositif de verification instantanee de delivrance des radiations
FR2839894A1	1	Procedes, appareils de cyclotherapie image-guidee et mode d'obtention d'images scanographiques diagnostiques instantanees pour la planification et la dosimetrie en ligne
JP2001000562A	1	Medical treatment device
JP2001212253A	1	Particle ray irradiation method and particle ray irradiation equipment
JP2002186677A	1	Radiotherapy device and micro-multi-leaf collimator
JP2003079754A	1	Radiotherapy equipment
JP2003320039A	1	Device and method for irradiating charged particle beam
JP2006021046A	1	Radiotherapy apparatus
JP2006043235A	1	Radiotherapy planning apparatus and radiotherapy planning method
JP2006271956A	1	Radiation diaphragm apparatus, and radiotherapy apparatus having the diaphragm apparatus
JP2007311125A	1	Beam emission control method of charged particle beam accelerator, and particle beam irradiation system using charged beam accelerator
JP2008154627A	1	Particle beam irradiation system, computer program used therefor, and computer readable storage medium
JP2008173299A	1	Charged particle beam irradiation device and charged particle beam irradiation method
JP2009160055A	1	Diaphragm device and radiation therapy apparatus using diaphragm device
NL1035971C	1	(não disponível)
NL2005901C	1	(não disponível)
US20070176126A1	1	Multi-leaf collimator and a radiotherapy unit provided with the same
US20120205530A1	1	Fluence monitoring devices with scintillating fibers for x-ray radiotherapy treatment and methods for calibration and validation of same
US5418715A	1	Method of electron beam radiotherapy
US5513238A	1	Automatic planning for radiation dosimetry
US5782739A	1	Rapid optimization of stereotactic radiosurgery using constrained matrix inversion
US5818902A	1	Intensity modulated arc therapy with dynamic multi-leaf collimation
US6319188B1	1	Vascular x-ray probe
US6411675B1	1	Stochastic method for optimization of radiation therapy planning
US6556651B1	1	Array of miniature radiation sources
US6920202B1	1	Therapeutic radiation source with in situ radiation detecting system
WO1998036796A1	1	Miniaturized source of ionizing radiation and method of delivering same
WO2001085255A1	1	Radiation therapy device with miniaturized radiation source
WO2002041947A2	1	Method and apparatus for delivering localized x-ray radiation to the interior of a body
WO2003043698A1	1	Collimator for high-energy radiation and program for controlling said collimator
WO2005068019A1	1	Device for limiting field on which radiation is irradiated
WO2007064900A2	1	Treatment of lesions or imperfections in mammalian skin or near-skin tissues or in or near other anatomic surfaces
WO2010076270A1	1	Gantry rolling floor
WO2011108853A2	1	Multi-leaf collimator device for radiotherapy
WO2013014260A1	1	Therapeutic device for treating a predefined body part of a patient with rays
WO2014041003A2	1	Hadron therapy installation with moving floor

Fonte: elaboração própria