

DENI YUZO KASAMA

ESTRUTURAÇÃO DO CONHECIMENTO E RELAÇÕES
SEMÂNTICAS: UMA ONTOLOGIA PARA O DOMÍNIO DA
NANOCIÊNCIA E NANOTECNOLOGIA

Dissertação apresentada ao Instituto de
Biociências, Letras e Ciências Exatas da
Universidade Estadual Paulista, Câmpus de
São José do Rio Preto, para obtenção do
título de Mestre em Estudos Lingüísticos
(Área de Concentração: Análise Lingüística)

Orientador: Profa. Dra. Claudia Zavaglia
Co-orientador: Profa. Dra. Gladis Maria de
Barcellos Almeida

São José do Rio Preto
2009

Kasama, Deni Yuzo.

Estruturação do conhecimento e relações semânticas : uma ontologia para o domínio da nanociência e nanotecnologia / Deni Yuzo Kasama. - São José do Rio Preto : [s.n.], 2009.

178 f. ; 30 cm.

Orientador: Claudia Zavaglia

Co-orientador: Gladis Maria de Barcellos Almeida

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas

1. Análise linguística. 2. Lingüística computacional - Ontologia. 3. Semântica lexical. 4. Nanociência - Terminologia. 5. Nanotecnologia - Terminologia. I. Zavaglia, Claudia. II. Almeida, Gladis Maria de Barcellos. III. Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. IV. Título.

CDU - 81:004.4'412

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do IBILCE
Campus de São José do Rio Preto - UNESP

DENI YUZO KASAMA

Estruturação do conhecimento e relações semânticas:
uma ontologia para o domínio da Nanociência e Nanotecnologia

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em 20 de fevereiro de 2009, área de Análise Lingüística, junto ao Programa de Pós-Graduação em Estudos Lingüísticos do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de São José do Rio Preto.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Claudia Zavaglia
UNESP – São José do Rio Preto
Orientador

Profa. Dra. Sandra Maria Aluísio
Universidade de São Paulo

Profa. Dra. Maria Cristina Parreira da Silva
UNESP – São José do Rio Preto

São José do Rio Preto, 20 de fevereiro de 2009

Aos meus pais, Mario e Maria,
pelo amor, abnegação e cuidados.

AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos

aos meus pais, meus maiores incentivadores e apoiadores. A distância não impediu que vocês se fizessem presentes em mais esta nossa conquista.

às minhas maiores companhias no desenvolvimento desta dissertação: meu irmão, Bruce, por ser a companhia, o auxílio, a presença mais do que certa nas minhas risadas e lágrimas. Sei que muitas vezes você é aquele que imediatamente tem de agüentar minhas rabugices e meu temperamento forte, mas só é assim porque somos tão próximos; Leroy, nosso labrador, por me ensinar que a felicidade não está nas coisas ao nosso redor, mas em nós mesmos.

à minha orientadora, Claudia, por ser a minha guia na vida acadêmica e pessoal. Mais do que orientadora, você foi conselheira, amiga e exemplo – e torço para que continue sendo. Obrigado por alimentar meus sonhos e aplaudir com tanto entusiasmo minhas vitórias.

à minha co-orientadora, Gladis, pela oportunidade de participar deste projeto. Sua energia e grandeza sempre me contagiaram mesmo com estes alguns quilômetros que nos separam (e todo um Atlântico, mais agora no final!).

à “Família Burrachos”, por serem as pessoas valiosas que são, os amigos que foram peça chave em todo este processo: Alexandre Sampaio (Mimo), Andréia Ruy (Bafão), Angélica Cattini (Geri), Beatriz Facincani Camacho (Bia), Diego Sekita de Oliveira (Chibi), José Delgado Guirão Jr. (Zé), Juliana Uetsuki (Jú), Marina Soares Caproni (Má), Ricardo Montagnoli (Monta). Vocês são essenciais na minha vida. A família que eu escolhi!

aos amigos Aline Araújo Lima (Cabeçuda), Ana Luísa de Lorenzo (Annina), Angélica Karin Garcia Simão (Keca), Camila Arantes Pires Castanho (Pigcida), Carolina Laureto Hora (Carol), Fernanda Cristina Lima (Fefa), José Eduardo Peixoto Santos (Zé), Letícia Gobbo de Souza (Lets), Maria Gabriela Nascimento (Gaby), Mayara Stringhetta Sao (Má), Reginaldo Francisco (Chico), Thais Helena Cavalcanti (Titi) e Thiago de Carvalho Almeida (Thi). Obrigado por serem tão especiais, compreensivos e presentes!

aos professores Oto Araújo Vale, pelas contribuições no debate do SELin e pelas dicas sobre a utilização dos *grafos* do Unitex; Cláudia Maria Xatara, por todos estes anos de participação ativa na minha formação, pelas dicas e sugestões que permitiram que este trabalho chegasse aqui; Maria Cristina Parreira da Silva por ter aceitado participar da etapa final deste trabalho e pelo olhar minucioso nas leituras; Sandra Maria Aluísio, pelas valiosas sugestões que, sem dúvida, enriqueceram o trabalho; Thiago Pardo, pelo pronto aceite em contribuir na defesa.

aos professores, colegas e funcionários do IBILCE.

à Seção de Pós-Graduação pela atenção, simpatia e prestatividade.

ao GETerm, sobretudo Joel e Dani, sem os quais esse trabalho não existiria.

à FAPESP, pela bolsa concedida (Processo 2006/59144-8).

“Look, Dave, I can see you're really upset about this. I honestly think you ought to sit down calmly, take a stress pill and think things over. I know I've made some very poor decisions recently, but I can give you my complete assurance that my work will be back to normal. I've still got the greatest enthusiasm and confidence in the mission, and I want to help you.”

(HAL 9000 em *2001: A Space Odyssey*)

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
CAPÍTULO I - ONTOLOGIAS E LÉXICO	16
1.1 Características gerais das ontologias	18
1.2 Ciências da Computação	19
1.3 Ciências da Informação	25
1.4 Linguística	29
CAPÍTULO II - A TEORIA DO LÉXICO GERATIVO E A ESTRUTURA QUALIA	35
2.1 A Teoria do Léxico Gerativo	36
2.2 A Estrutura Qualia	38
CAPÍTULO III - O DOMÍNIO DA NANOCIÊNCIA E NANOTECNOLOGIA: CARACTERIZAÇÃO DE SEU LÉXICO	42
3.1 Terminologia e avanços sociais	44
3.2 A neologia no âmbito técnico-científico	45
3.3 A partícula <i>nano</i> -	47
3.4 Levantamento de dados a partir do <i>córpus</i>	49
CAPÍTULO IV - MATERIAL E MÉTODOS	56
4.1 A constituição do <i>córpus</i> da N&N	56
4.2 Extração automática de termos	60
4.3 Definição de classes e subclasses	65
4.4 Levantamento de relações semânticas	68
4.5 Implementação na ferramenta Protégé	84
CAPÍTULO V - RESULTADOS ALCANÇADOS	90

CONCLUSÕES.....	99
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	103
ANEXO I	109
ANEXO II.....	111
ANEXO III	112
a. Aplicações.....	112
b. Equipamentos	113
c. Materiais (1).....	114
d. Materiais (2).....	115
e. Materiais (3).....	116
f. Materiais (4)	117
g. Materiais (5).....	118
h. Materiais (6).....	119
i. Materiais (7)	120
j. Métodos e técnicas.....	121
k. Propriedades	122
l. Teorias	123
ANEXO IV	124

LISTA DE FIGURAS, , TABELAS, GRÁFICOS E QUADROS

Figura 1 – Camadas da Web Semântica	22
Figura 2 – Exemplo de ligação de páginas Web por RDF.....	24
Figura 3 – Cabeçalho gerado pelo Editor de Cabeçalhos do Projeto Lácio-Web.....	58
Figura 4 – Lista de trigramas	64
Figura 5 – Classe "microscopia eletrônica" e suas subclasses.....	66
Figura 6 – <i>Grafo</i> para busca de relações <i>Formal</i>	69
Figura 7 – <i>Grafo</i> para busca de relações do tipo <i>Constitutivo</i>	71
Figura 8 – <i>Grafo</i> para obtenção de relações <i>Agentivas</i>	73
Figura 9 – Relações semânticas entre as classes “secagem” e “nitrogênio”	74
Figura 10 – Grafo para levantamento de relações <i>Télicas</i>	77
Figura 11 – Relação <i>Télica</i> , <i>obtem</i>	78
Figura 12 – Etapas para criação semi-automática de ontologias, segundo Ribeiro Junior (2008)	82
Figura 13 – Interface da ferramenta Protégé com a ontologia-exemplo “pizza”.....	86
Figura 14 – Relações semânticas representadas como Propriedades	87
Figura 15 – Ontologia da N&N na ferramenta Protégé e indicações de localização de recursos	88
Figura 16 – A propriedade <i>utilizado em</i> como relação entre as classes “nitrogênio” e “secagem”	89
Figura 17 – Resultados implementados na ferramenta Protégé.....	98
 Tabela 1 – Análise sêmica para os diversos tipos de assento	 32
Tabela 2 – Exemplo de atribuição de papéis Qualia aos itens “gibi” e “tese”	39
Tabela 3 – Unigramas com frequência maior ou igual a 10	51
Tabela 4 – Número de ocorrências no corpus por gênero	59
Tabela 5 – Corte de frequência por gênero.....	61
Tabela 6 – Definição do valor de corte de frequência	62
Tabela 7 – Número de candidatos a termos e número final de termos.....	63
 Gráfico 1 – Extensão do corpus por gênero.....	 59
 Quadro 1– Exemplo de anotação XML	 23
Quadro 2 – Exemplo de linguagem RDF.....	24

Quadro 3 – Ocorrências do prefixo <i>nano-</i> em função de adjetivo ou substantivo.....	52
Quadro 4 – Palavras prefixadas por <i>nano-</i> que não correspondem a termos.....	53
Quadro 5 – Exemplo da lista de <i>trigramas</i> gerada pelo pacote NSP.....	60
Quadro 6 – Parte dos resultados para a busca por "sol-gel" no <i>cópus</i>	65
Quadro 7 – Alguns resultados para a busca "litografia por feixe".....	65
Quadro 8 – Resultados para expressões com cores	69
Quadro 9 – Expressões que apontam métodos de medidas	70
Quadro 10 – Expressões que apontam para subdomínios.....	70
Quadro 11 – Relação “é/são” <fazer> “por” denota relação Agentiva	71
Quadro 12 – Relações Constitutivas com o verbo “fazer” como núcleo.....	72
Quadro 13 – Relações constitutivas com os verbos “compor” e “constituir”	72
Quadro 14 – Resultado de busca com intercalação de uma seqüência de letras qualquer	74
Quadro 15 – Verbo “originar” e o pronome “se”	75
Quadro 16 – Resultados obtidos a partir da combinatória “é” / “são” <fazer> “por”	75
Quadro 17 – “Causar” + “por”.....	75
Quadro 18 – Expressões “resultados de” não correspondentes a relações <i>Agentivas</i>	76
Quadro 19 – Expressão formada pelo verbo “resultar” + “de” como relação <i>Agentiva</i>	76
Quadro 20 – Verbo “ter” + “como” + “origem”/“fonte”	76
Quadro 21 – Busca por relações <i>Télicas</i> utilizando os verbos “utilizar” e “usar”	78
Quadro 22 – Busca a partir de substantivos “finalidade”, “objetivo” e “escopo”	79
Quadro 23 – “ <i>Faz(em) uso de</i> ”	79
Quadro 24 – Todas as concordâncias para expressões com o verbo “utilizar” ou “usar”, pronome “se” e preposição (de)	80
Quadro 25 – “obter” e “obtenção”	81
Quadro 26 – Baixo número de ocorrências para “é”/“são” <fazer> “para”	81

RESUMO

O Processamento de Língua Natural (ou PLN) tem sido objeto de estudo de pesquisadores das mais diversas áreas do conhecimento. O léxico é, sem sombra de dúvida, elemento essencial para o tratamento automático de dados lingüísticos, sendo a sua análise semântica fator crucial para um efetivo processamento computacional que, não raro, encontra barreiras em questões ligadas a uma representação semântica eficaz e que permita ser representada em linguagem de máquina. Na Terminologia, esse tratamento semântico favorece o estabelecimento de relações existentes entre unidades lexicais especializadas, e determina a elaboração de definições terminológicas coerentes e representativas ao campo de especialidade ao qual pertencem. Nesse sentido, propomos neste trabalho traçar uma estrutura conceitual do domínio da Nanociência e Nanotecnologia, em língua portuguesa do Brasil, visando a criação do que modernamente se conhece por ontologias, cujos preceitos nortearam o desenvolvimento desta pesquisa. Aliada a essas práticas, encontra-se a importância da adoção de um modelo que permita representar formalmente as relações semânticas existentes entre os diversos termos que compõem essa área técnico-científica. A busca por essas unidades lexicais especializadas e suas relações deu-se em um corpus formado por textos de tipologia diversa, com o auxílio de ferramentas computacionais – de extração semi-automática de termos e um processador de corpus. A modelagem do domínio em questão e sua representação em uma linguagem corrente e atual (a saber, a linguagem OWL) fez-se com o auxílio da ferramenta Protégé. Defende-se neste trabalho a necessidade, cada vez mais crescente, da adoção de métodos eficazes para o delineamento de estruturas conceituais a fim de executar tarefas computacionais utilizando informação lingüística. Espera-se ainda que este trabalho venha a fortalecer o diálogo entre lingüistas, cientistas da computação e da informação.

Palavras-chave: ontologia, semântica lexical, terminologia, nanociência e nanotecnologia

ABSTRACT

Natural Language Processing (or NLP) has been an object of study by researchers from different fields of knowledge. Lexicon is undoubtedly an essential element for the automatic processing of language data, and its semantic analysis is a crucial factor for an effective computational processing that as often as not finds barriers in matters concerning a productive semantic representation in machine language. In terminology, this semantic treatment favors the establishment of relations between specialized lexical units and determines the development of consistent terminological definitions that may represent the field of expertise to which they belong. Accordingly, what we propose in this work is to provide a conceptual structure of the specialized subject field of Nanoscience and Nanotechnology, in Brazilian Portuguese language, aimed at creating the modernly so-called ontologies, whose principles guided the development of this research. In addition to such practices, it is important to adopt a model which allows a formal representation of the semantic relations between the terms in this domain. The specialized lexical units and the semantic relations were extracted semi-automatically from a corpus, compiled with different types of texts, using a term extractor and a corpus processor. The modeling of the area concerned and its representation in a current language (i.e., OWL language) was possible with the aid of Protégé tool. We support in this work the increasing need to adopt effective methods for the design of conceptual structures in order to carry computational tasks using linguistic information. We hope that this work will strengthen the dialogue between linguists, computational and information scientists.

Keywords: ontology, lexical semantics, terminology, nanoscience and nanotechnology

INTRODUÇÃO

Ao lado da importância fundamental dos estudos do léxico geral de uma língua, encontra-se a relevância dos estudos das linguagens de domínios especiais nos seus mais variados campos de significação, dado que sua demarcação e sua identificação possibilitam uma série de estudos e pesquisas, como dicionários mono e bilíngües especiais, e ainda a disponibilização de dados lingüísticos em Bases de Conhecimento Lexical para Processamento de Línguas Naturais (doravante PLN).

O delineamento arbóreo em língua portuguesa do domínio da Nanociência e Nanotecnologia (doravante N&N) serve de base para o preenchimento de inúmeras lacunas existentes no mercado lexicográfico brasileiro, isto é, o da confecção de obras especiais, além das lacunas existentes em língua portuguesa no que diz respeito à produção de bases de dados computacionais para sistemas de PLN.

A escolha do domínio da N&N justifica-se por constituir-se num conjunto de saberes e tecnologias relativamente recentes e, por isso, sua terminologia ainda estar em fase de construção, sobretudo no que diz respeito à língua portuguesa, variante brasileira.

A fim, portanto, de acompanhar o desenvolvimento tecnológico que se verifica em muitas dessas áreas do conhecimento, é imprescindível a sistematização de tais repertórios vocabulares em língua portuguesa. Assim, uma proposta de estruturação léxico-ontológica do campo de especialidade técnico-científico em questão faz-se necessária atualmente, uma vez que se trata também de um subdomínio de interesse mundial.

Uma equipe coordenada pela Profa. Dra. Sandra Maria Aluísio, do Núcleo Interinstitucional de Lingüística Computacional (NILC), sediado no Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC) da Universidade de São Paulo (USP), Campus de São Carlos, realizou o projeto intitulado *Desenvolvimento de uma Estrutura Conceitual*

(Ontologia) para a Área de Nanociência e Nanotecnologia, baseado totalmente na língua inglesa. Elaborou-se um corpus cuja extensão é de 2.570.792 palavras, e uma ontologia contendo cerca de 1.900 termos. Esse projeto foi desenvolvido com o objetivo de organizar o *Portal da Rede de Nanotecnologia da USP*.¹

A pesquisa intitulada *Terminologia em Língua Portuguesa da Nanociência e Nanotecnologia: Sistematização do Repertório Vocabular e Elaboração de Dicionário-Piloto* (financiamento CNPq – Pr. 400506/2006-8 – com vigência de dois anos a partir de setembro/2006) encontra-se em desenvolvimento sob a coordenação da Profa. Dra. Gladis Maria de Barcellos Almeida, do Departamento de Letras da Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, cujo objetivo geral é a sistematização, para a língua portuguesa, do domínio da N&N e foi baseada na pesquisa acima descrita. Seus objetivos específicos são (i) constituir um corpus em língua portuguesa da N&N; (ii) buscar equivalentes em português (língua de chegada) com base em uma nomenclatura em inglês (língua de partida); (iii) traçar uma ontologia em língua portuguesa da área de N&N; e, por fim, (iv) elaborar o primeiro dicionário-piloto de N&N em língua materna. A presente pesquisa procura abordar um dos diversos vieses existentes na etapa (iii) centrando-se, justamente, no delineamento da estrutura arbórea do domínio da N&N para a língua portuguesa do Brasil e a sua construção – tal etapa é tida como essencial para garantir a coerência do processo de definição e, por fim, a elaboração da obra terminográfica.

Para o modelo relacional de ontologia proposto, previmos a implementação dos dados em uma interface computacional que possa recuperar e disponibilizar todos os recursos lingüísticos contemplados para sistemas computacionais.

¹ <http://www.usp.br/prp/nanotecnologia/>

É importante ressaltar que, ao colocar-se diante da tarefa de conceituar classes em uma estrutura hierárquica, depara-se com o árduo trabalho de especificar um conhecimento por meio de um olhar atento e incansável sobre cada uma destas classes, observando seus entornos semânticos, suas especificidades e usos para, então, determinar se um conceito, de fato, será a subclasse de uma classe naquele momento. Com efeito, as limitações impostas pelas ferramentas computacionais ao se modelar uma estrutura conceitual podem se apresentar de maneira quase intransponíveis, cabendo ao Engenheiro Ontológico encontrar a melhor maneira de representar tais informações com os meios hoje existentes.

A importância da Informática no processamento e armazenamento de dados, registro de informações, organização, estruturação e busca de conhecimento é indiscutível. E, ao se pensar em estocagem de dados com informação semântica, como é o caso do conhecimento ontológico, são necessárias representações de conhecimentos regidas por formalismos explícitos de maneira a tornar tal exposição semântica acessível a agentes de *software*, que mediam a comunicação entre sistemas e seres humanos.

Ao tornar viável e funcional a leitura dessas informações semânticas por tais agentes é possível vislumbrar um vasto repertório de usos para o conhecimento estruturado e formalizado por uma linguagem: desde a busca de informações na Internet por critérios semânticos até o desenvolvimento de sistemas inteligentes de suporte à Inteligência Artificial, Lingüística Computacional e Tradução Automática.

A hipótese que defendemos neste trabalho é a de que o conhecimento deveria ser disponibilizado para sistemas computacionais, desde que fosse utilizada uma técnica de representação para o domínio tecnológico em questão. Uma dessas técnicas é, justamente, a modelagem do conhecimento por meio de ontologias e, nesta pesquisa, embasada em uma teoria léxico-semântica, a saber a *Estrutura Qualia* (descrita no Capítulo II). Desta maneira, podemos afirmar que esta pesquisa é de natureza teórico-prática. Teórica, uma vez que

investigamos em livros, artigos e afins a problemática da construção de ontologias – Genéricas e Especializadas – argumento de alta importância atualmente para os estudiosos que se interessam pelo tratamento computacional de dados lingüísticos, seja em Lexicografia e Lexicologia, em Terminologia e Terminografia, ou em PLN e suas ramificações, tais como: Tradução Automática, Recuperação da Informação, Motores de Busca, Etiquetadores, Desambiguadores, entre outros. Por outro lado, esta pesquisa é de natureza prática já que agrupamos os itens lexicais pertencentes a este domínio e, com base nesse agrupamento de itens lexicais especializados, traçamos o esquema arbóreo-ontológico do domínio da N&N.

Diante de uma vasta gama de ferramentas computacionais para editar e gestar ontologias encontradas na Internet, somos incitados pela comunidade científica da área a fazer uso de um *software* gratuito e que tem sido largamente utilizado para esse tipo de abordagem, qual seja, a Gestão do Conhecimento, denominado Protégé (atualmente em sua versão 3.3.1 e versão beta 4.0).

O presente trabalho apresenta os resultados obtidos da pesquisa em pauta: o Capítulo 1 apresenta estudos de natureza teórica que garantem a realização da parte prática desta pesquisa. O Capítulo 2 apresenta uma explicitação do que vem a ser a Teoria do Léxico Gerativo e a Estrutura *Qualia*. O Capítulo 3 traz uma descrição do domínio da Nanociência e Nanotecnologia (nosso campo de ação técnico-científico), da caracterização morfológica, sintática e semântica de seu vocabulário marcado pelo prefixo *nano-*, sob a ótica da neologia. O Capítulo 4 apresenta a metodologia adotada para o levantamento semi-automático de alguns termos e relações pertencentes a ele, bem como a descrição e aplicação da ferramenta computacional Protégé. O Capítulo 5 traz termos (e relações semânticas entre estes) já estruturados ontologicamente. O último capítulo apresenta considerações finais acerca da pesquisa desenvolvida e de seus encaminhamentos futuros.

CAPÍTULO I ONTOLOGIAS E LÉXICO

O termo “ontologia”, hoje presente em diversas áreas do conhecimento, nasce na filosofia como o estudo da natureza do ser e sua existência, sob uma ótica metafísica. Aristóteles observou que a existência de categorias lógicas primitivas levariam a uma classificação geral das coisas que existem no mundo. O caráter metafísico dessa verificação reside no olhar sobre a filosofia como “ciência da totalidade do real”, partindo da materialidade daquilo que se constata sensivelmente enquanto seres-humanos e “transcende-a a fim de traçar os fundamentos universais, supra-sensíveis, justamente *meta*-físicos” (MASOLO *et al.*, 2003).²

Para Lowe (2002 *apud* MASOLO *et al.*, 2003), o cerne dessa questão está no estudo do “ente enquanto ente”. Em outras palavras, na “análise das categorias do ser e das relações que há entre eles: a moderna ‘ontologia’”.³ De alguma forma, existe uma sobreposição no objeto de estudo da metafísica e da ontologia filosófica: a catalogação da realidade, de tudo aquilo que existe. A esse propósito, Varzi (2001) escreve:

Poder-se-ia pensar que o catálogo em questão deva trazer à luz as estruturas nas quais o mundo a nossa volta se articula, e talvez outros mundos possíveis, independentemente da nossa atividade cognitiva. Ou ainda, poder-se-ia pensar que o trabalho necessário para redigir um catálogo universal coincida ao final com uma análise do nosso aparato conceitual, ou do aparato típico de uma certa cultura [...] com o qual damos quotidianamente um sentido àquilo que nos circunda [...]. (2001 *apud* MASOLO *et al.*, 2003, p. 171)⁴

² “(...) la trascende per rintracciarne i fondamenti universali, sovra-sensibili, *meta*-fisici appunto”. (tradução nossa, como nos demais casos de citação de trechos em outra língua).

³ “(...) l’analisi delle categorie dell’essere e delle relazioni che tra esse intercorrono: la moderna ‘ontologia’”.

⁴ “Si potrebbe pensare che il catalogo in questione debba mettere in luce le strutture in cui si articola il mondo che ci sta intorno, e forse altri mondi possibili, indipendentemente dalla nostra attività cognitiva. Oppure si potrebbe pensare che il lavoro necessario per redigere un catalogo universale coincida in definitiva con un’analisi del nostro apparato concettuale, o dell’apparato tipico di una certa cultura (...) con cui diamo quotidianamente un senso a ciò che ci circonda (...)”.

Fica patente que, no primeiro caso, os entes possuiriam características intrínsecas a eles próprios, conforme o **realismo** que postulava Aristóteles. No segundo caso, contudo, tais características seriam determinadas pelas diferentes percepções humanas, de acordo com a realidade vivida por cada indivíduo. Tal visão estaria em acordo com o **idealismo** inaugurado pelo filósofo alemão Kant, em sua *Crítica da Razão Pura*:

Temos querido provar que todas as nossas intuições só são representações de fenômenos, que não percebemos as coisas como são em si mesmas, nem são as suas relações tais como se nos apresentam, e que se suprimíssemos nosso sujeito, ou simplesmente a constituição subjetiva dos nossos sentidos em geral, desapareceriam também todas as propriedades, todas as relações dos objetos no espaço e no tempo, e também o espaço e o tempo, porque tudo isto, como fenômeno, não pode existir em si, mas somente em nós mesmos. (KANT, 19??, p. 71 e 72)

Diante desse quadro, somos levados a considerar sobre a real factibilidade de uma “modelagem” da realidade que nos rodeia, visto que essa pode ser observada de maneiras distintas, por diferentes indivíduos. Entretanto, tais limitações encontram sua transposição ao se depararem com uma visão relativista, segundo a qual há uma multiplicidade dos “inventários” do mundo.⁵ O **relativismo** pressupõe visões diversas condicionadas pelo meio em que cada indivíduo está inserido e aceita visões incompatíveis de indivíduos diferentes sobre um mesmo objeto. Destacam-se nessa área os pensamentos do vienense Ludwig Wittgenstein, para quem “as regras de uma determinada língua eram um ‘jogo’ que se joga quando se fala. Enquanto ‘jogamos’, praticamos alguma ‘forma de vida’.” (RODRÍGUEZ, 1998). Há de se citar ainda a tese dos norte-americanos Edward Sapir e Benjamin Lee Whorf que, nos anos 30, formularam a “hipótese Sapir-Whorf” que dizia que o pensamento é determinado pela língua falada por um indivíduo. Assim, estudar a estrutura de uma língua corresponde também a elucidar o mundo que a acompanha.

⁵ Cf., por exemplo, QUINE, W. V. *Ontological Relativity and Other Essays*. Columbia: Univ. Press. 1969. ISBN 0-231-08357-2.

As três visões acima descritas (realismo, idealismo e relativismo) colaboram para o entendimento do que vem a ser “ontologia” em outros domínios do saber, sobre os quais discorreremos nas próximas seções. Antes, contudo, abordaremos características gerais de uma ontologia e que são comuns a todos os domínios nos quais o termo é empregado.

1.1 Características gerais das ontologias

O que se argumenta neste trabalho é que, embora haja traços comuns aos diversos usos de “ontologia” em diversas áreas do saber, há também diferenças, sobretudo no que concerne às maneiras de se construir uma ontologia e suas aplicações. Esta seção trata das características gerais das ontologias, e as seções seguintes abordarão as especificidades para as áreas das Ciências da Computação/Informação e da Linguística.

Como apresentado na seção introdutória deste capítulo, as ontologias representam uma categorização daquilo que existe no mundo. Consensualmente, sabe-se, portanto, que uma ontologia procura descrever uma realidade da maneira mais completa e geral possível. Essa categorização pode dar-se por meio de uma taxonomia, usualmente apresentada de maneira hierárquica em que um hipônimo herda características de seu hiperônimo. Assim, para axiomas do tipo: (i) Todo “carro” é um automóvel que, por sua vez, é uma entidade inanimada, uma entidade concreta e uma entidade: *um carro sedã é um carro, ser inanimado e concreto*; (ii) Toda cidade é uma localização que, por sua vez, é uma entidade concreta e é uma entidade: *uma cidade localiza-se em um estado, província ou região que são entidades concretas*. Os membros de uma mesma classe ou subclasse carregam algumas propriedades em comum: para “carro”, por exemplo, seus membros “carro sedã”, “carro cupê”, “picape” possuem quatro rodas, são movidos a motor, funcionam com combustível; propriedades em comum são, portanto, herdadas pela inserção de uma palavra em uma ou em outra classe.

Desse modo, ontologias descrevem um léxico e conceitos relacionados a esse léxico, bem como as relações pertinentes às lexias ali descritas.

O “povoamento de ontologias” é também um procedimento envolvido na elaboração de ontologias. Para o exemplo (ii) acima, pode-se povoar uma ontologia com itens como “São Paulo”, “Florianópolis”, “Feira de Santana”, “Marília” para a classe *cidade* e “Minas Gerais”, “Pernambuco” e “Santa Catarina” para a classe *estado*. Tais itens devem satisfazer plenamente as características próprias de cada classe a qual pertencem para que possam fazer parte delas.

1.2 Ciências da Computação

Importantes definições de “ontologia” podem ser recuperadas na bibliografia de áreas como as Ciências da Computação (sobretudo na subárea de Inteligência Artificial). Algumas delas têm sido largamente utilizadas devido à sua completude e precisão. Dentre essas, destacamos a definição proposta por Gruber (1995): “Uma ontologia é uma especificação explícita de uma conceituação”.⁶

Borst (1997, p. 12), por acreditar que deva haver consistência na conceituação que é especificada e por entender que a definição de Gruber (1995) é tida como muito ampla para muitos pesquisadores, assim define “ontologia”: “Uma ontologia é uma especificação formal de uma conceitualização compartilhada”.⁷

A fim de tornar claro o que Gruber e Borst propunham, Studer *et al.* (1998) explicam tais definições:

Uma “conceituação” diz respeito a um modelo abstrato de algum fenômeno no mundo por terem sido identificados conceitos relevantes daquele fenômeno. “Explícito” significa que o tipo de conceitos utilizado, e as restrições em seus usos estão explicitamente definidas. (...) “Formal” refere-se ao fato que uma ontologia deveria ser legível por máquina, o que exclui língua natural. “Compartilhada” reflete a noção que uma ontologia

⁶ “An ontology is an explicit specification of a conceptualization”.

⁷ “An ontology is a formal specification of a shared conceptualization”.

representa um conhecimento consensual, isto é, não é uma visão individual, mas a de um grupo. (p. 25)⁸

Gruber (1995) ainda propõe alguns critérios para o delineamento de uma ontologia, a saber:

1. **Clareza** (*Clarity*): Trata-se da objetividade da definição, uma vez que “a ontologia deve efetivamente comunicar o significado pretendido dos termos definidos”.⁹ As definições em uma ontologia devem ser independentes de contextos sociais ou computacionais. “*Formalismo* é um meio para esse fim”.¹⁰ Uma definição completa é preferida a uma definição parcial. Essas definições “devem ser documentadas com linguagem natural”.¹¹
2. **Coerência** (*Coherence*): As definições em uma ontologia devem ser coerentes. Ao definirmos, podemos informalmente citar um exemplo. Se a definição e o exemplo estão em desacordo, a ontologia está incoerente.
3. **Extensibilidade** (*Extendibility*): Uma ontologia deve ser capaz de, a qualquer momento, receber novos termos de maneira que não seja necessária a revisão das definições existentes.
4. **Codificação mínima** (*Minimal encoding bias*): “Uma codificação resulta quando escolhas de representação são puramente feitas para a conveniência da notação ou implementação”.¹² Tais codificações devem ser minimizadas já que os agentes do conhecimento compartilhado (*knowledge-sharing agents*) podem ser implementados em diferentes sistemas e estilos de representação.

⁸ “A ‘conceptualisation’ refers to an abstract model of some phenomenon in the world by having identified the relevant concepts of that phenomenon. ‘Explicit’ means that the type of concepts used, and the constraints on their use are explicitly defined. (...) ‘Formal’ refers to the fact that the ontology should be machine readable, which excludes natural language. ‘Shared’ reflects the notion that an ontology captures consensual knowledge, that is, it is not private to some individual, but accepted by a group”.

⁹ “An ontology should effectively communicate the intended meaning of defined terms”.

¹⁰ “*Formalism* is a means to this end”. (grifo do autor)

¹¹ “[...] should be documented with natural language”

¹² “An *encoding bias* results when a representation choices are made purely for the convenience of notation or implementation”. (grifo do autor)

5. **Compromisso ontológico mínimo** (*Minimal ontological commitment*): O número de compromissos ontológicos deve ser minimizado. Eles devem ser suficientes para suportar as atividades de conhecimento compartilhado almejadas.

O uso de ontologias nas Ciências da Computação e da Informação tem se mostrado eficaz na construção da representação do conhecimento para sistemas de Inteligência Artificial, visto que adota um formalismo que exclui definições em língua natural. Esse uso pode ser observado em sistemas como os motores de busca na Internet, como observam Rigo e Vieira (2002):

A busca de informações na internet quando mediada por ontologias permite que a relevância dos documentos encontrados seja maior, tendo em vista que além do termo indicado pelo usuário na pesquisa é possível levar em consideração o seu contexto em cada documento, sinônimos e termos relacionados ou dependentes. (p. 599)

Estende-se a maneira puramente léxico-sintática com que fazemos buscas e acrescentam-se assim informações de ordem semântico-sintática a estas.

Da mesma forma, o uso de ontologias tem mostrado eficácia em sistemas de banco de dados de comércio eletrônico, como aqueles utilizados por grandes lojas virtuais na Internet, justamente por organizarem e relacionarem produtos diversos como CDs, livros, DVDs e artigos eletrônicos. Dessa forma, uma busca no site Amazon.com[®] por “Shakespeare”, permitirá ao usuário uma busca também por livros similares em categorias como “Literatura e ficção”, “Literatura mundial”, “Literatura Britânica”. Tais categorias facilitam o trabalho de busca de um usuário que gosta de ler Shakespeare, mas está procurando por algo similar, ou mesmo procura por um trabalho específico desse autor.

Segundo Freitas (2003, p. 35), “a principal aplicação e benefício das ontologias consiste em prover semântica à Internet”. A premissa de prover a Internet com informações semânticas tem levado pesquisadores a propor novos padrões de estruturas de dados cada vez mais expressivos e mais bem descritos. Todo esse esforço conjunto antevê o advento de uma

geração sucessora da WWW (a *World Wide Web* ou *rede de alcance mundial*): a Web Semântica. O nome que se destaca nessa área é o de Tim Berners-Lee, o criador da atual WWW e diretor do W3C (*World Wide Web Consortium*) para quem “a Web Semântica trará estrutura ao conteúdo significativo das páginas Web, criando um ambiente no qual agentes de programa que circulam de página em página possam prontamente executar tarefas para usuários” (BERNERS-LEE *et al.*, 2001, p. 36).¹³

A W3C é uma organização internacional cujo principal objetivo é criar padrões de linguagens que compõem as páginas da WWW. Em 2000, a organização propôs camadas que comporiam a Web Semântica (KOIVUNEN & MILLER, 2002, p. 34). O esquema proposto por estes autores foi reproduzido na Figura 1 e está explicitado mais adiante.

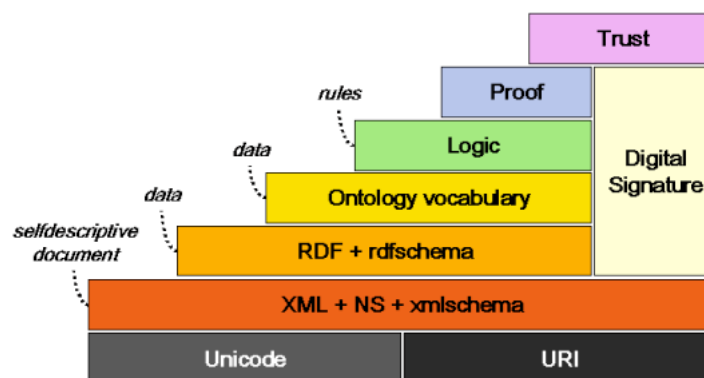


Figura 1 – Camadas da Web Semântica

A camada Unicode/URI refere-se ao conjunto de caracteres utilizados (que deve ser o mesmo para todas as páginas) e ao padrão único para localização das páginas (*Uniform Resource Indicator*).

A camada XML (*eXtensible Markup Language*) advém do conhecido padrão HTML. Este último, contudo, serve unicamente para atribuir formatação a uma página (salvo alguns

¹³ “The Semantic Web will bring structure to the meaningful content of Web pages, creating an environment where software agents roaming from page to page can readily carry out sophisticated tasks for users.”

poucos comandos criados para representar o conteúdo), enquanto o primeiro foi criado com o intuito de adicionar informação semântica às páginas. Observemos o código-exemplo no Quadro 1:¹⁴

```
<nota>
  <para>Tove</para>
  <de>Jani</de>
  <título>Lembrete</título>
  <corpo>Não esqueça de mim neste fim de semana!</corpo>
</nota>
```

Quadro 1– Exemplo de anotação XML

A recomendação para a sintaxe RDF (*Resource Description Framework*) pela W3C surge em 1999. Klein (2001 *apud* FREITAS, 2003) assim descreve essa linguagem:

Para expressar algo sobre os recursos, o modelo de dados de RDF equivale em termos formais às redes semânticas. Os recursos são descritos como trios de objetos-atributos-valores, semelhantes ao sujeito-verbo-objeto das redes semânticas. Os objetos são recursos e os valores são recursos ou strings. Trios descritos em RDF podem ser representados como grafos diretos rotulados. (p. 37)

Para exemplificar¹⁵ tal constatação, vejamos a Figura 2 na qual duas páginas Web estão ligadas por uma relação:

¹⁴ Adaptado de <http://www.w3schools.com/xml/note.xml> (Acesso em 18 de janeiro de 2008).

¹⁵ Adaptado de Freitas, 2003, p. 37 e 38.

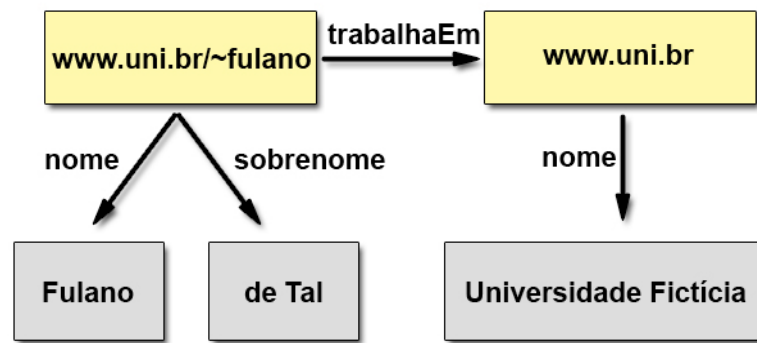


Figura 2 – Exemplo de ligação de páginas Web por RDF

A Figura 2 pode ser expressa em código RDF da seguinte forma:

```
<rdf:Description about=http://www.uni.br/~fulano>
  <nome>Fulano</nome>
  <sobrenome>de Tal</sobrenome>
  <trabalhaEm>
    <rdf:Description about=http://www.uni.br>
      <nome>Universidade Fictícia</nome>
    </rdf:Description>
  </trabalhaEm>
</rdf:Description>
```

Quadro 2 – Exemplo de linguagem RDF

Ampliações feitas ao RDF, visando adequar a linguagem a padrões de descrição de vocabulários, culminaram com o surgimento do padrão RDFS (ou RDF-Schema) que incorpora a idéia de “herança” adquirida de uma subclasse de sua superclasse como constata-se na recomendação da W3C para o padrão:

Se uma classe C é uma subclasse de uma classe C', então todas as instâncias de C serão também instâncias de C'. A propriedade `rdfs:subClassOf` pode ser usada para declarar que uma classe é uma subclasse de outra. O termo superclasse é usado como o inverso de subclasse. Se uma classe C' é uma superclasse de uma classe C, então todas as instâncias de C serão também instâncias de C'. (BRICKLEY & GUHA, 2004)¹⁶

¹⁶ “If a class C is a subclass of a class C', then all instances of C will also be instances of C'. The `rdfs:subClassOf` property may be used to state that one class is a subclass of another. The term super-class is used as the inverse of subclass. If a class C' is a super-class of a class C, then all instances of C are also instances of C'.”

A camada de ontologias é a mais representativa e serve-se das camadas anteriormente descritas. A linguagem padrão desta camada é a OWL – *Web Ontology Language* (SMITH *et al.*, 2004), baseada nas linguagens já existentes: OIL – *Ontology Inference Layer* (VAN HARMELEN *et al.*, 2001) e DAML – *DARPA Agent Markup Language*. Para entender a potencialidade da linguagem OWL, reproduz-se abaixo o texto encontrado na introdução da recomendação da W3C para a linguagem. Não nos atemos aqui a questões ligadas a implementação e real possibilidade de criação de um sistema do gênero, mas exemplificamos a utilização de ontologias para agentes computacionais baseados em relações de semântica e inferência:

‘Diga-me quais vinhos eu deveria comprar para servir com cada prato do seguinte menu. E, mais uma coisa: eu não gosto de Sauternes.’ Seria difícil hoje construir um agente Web que fosse capaz de executar uma busca por vinhos na Web satisfazendo a estes critérios. (...) Para dar suporte a este tipo de computação, é necessário ir além de palavras-chave e especificar o significado de recursos descritos na Web. Esta camada adicional de interpretação captura a semântica dos dados. OWL (Linguagem de Ontologias para a Web) é uma linguagem para definir e instanciar ontologias Web. (SMITH *et al.*, 2004)¹⁷

1.3 Ciências da Informação

A área de Ciências da Informação é assim definida por Saracevic (1996):

“A Ciência da Informação é um campo dedicado às questões científicas e à prática profissional voltadas para os problemas da efetiva comunicação do conhecimento e de seus registros entre os seres humanos, no contexto social, institucional ou individual do uso e das necessidades de informação. No tratamento destas questões são consideradas de particular interesse as vantagens das modernas tecnologias informacionais.” (p. 47)

O mesmo autor aponta ainda que a área constitui-se por uma forte interdisciplinaridade, marcada sobretudo pelas áreas de Biblioteconomia, Ciências da

¹⁷ “‘Tell me what wines I should buy to serve with each course of the following menu. And, by the way, I don't like Sauternes.’ It would be difficult today to construct a Web agent that would be capable of performing a search for wines on the Web that satisfied this query. (...) To support this sort of computation, it is necessary to go beyond keywords and specify the meaning of the resources described on the Web. This additional layer of interpretation captures the semantics of the data. The OWL Web Ontology Language is a language for defining and instantiating Web ontologies.”

Computação, Ciências Cognitivas (incluída aqui a Inteligência Artificial) e Comunicação (p. 48).

Neste trabalho, representamos a área de Ciências da Informação valendo-nos da sólida base teórica constituída pelo matemático e bibliotecário indiano Shiyali Ramamrita Ranganathan (1892 – 1972). Ele, segundo Duarte e Cerqueira (2007), introduziu princípios fundamentais para a classificação bibliográfica por meio da modelagem conceitual, regida por princípios e conceituações abrangentes em termos de universos e domínios do conhecimento e de conceitos periféricos que dão suporte às suas teorias como documentarista: entre estes observamos a análise facetada.

De acordo com Duarte e Cerqueira (2007), a análise facetada constitui-se como um importante conceito para a modelagem conceitual, uma vez que estabelece técnicas para a “construção de árvores de conceitos ou taxonomias, através da decomposição de classes elementares e facetas, formadoras de grupos homogêneos de indivíduos”. (DUARTE e CERQUEIRA, 2007, p. 40). Ainda segundo essas autoras, “análise facetada” foi um termo introduzido inicialmente por Ranganathan que, segundo Tristão *et al.* (*apud* DUARTE e CERQUEIRA, 2007, p. 40), manifestou a inevitabilidade de esquemas de classificação do conhecimento

em grandes classes e conceitos básicos, ou elementos, de acordo com certas características. Esses aspectos ou partes constituintes (que são as facetas), utilizam, como “categorias fundamentais”, noções abstratas, denominadas Personalidade, Matéria, Energia, Espaço, Tempo, originando o conhecido acrônimo PMEST. Personalidade é a característica que distingue o assunto; Matéria é o material físico do qual um assunto pode ser composto; Energia é uma ação que ocorre com respeito ao assunto; Espaço é o componente geográfico da localização de um assunto; Tempo é o período associado com um assunto. (p. 40-41)

O *Classification Research Group*, sediado na Inglaterra, encarregou-se, na década de 50, de desenvolver a análise facetada propondo um uso efetivo por meio de uma ferramenta que armazenasse e recuperasse assuntos compostos e complexos.

Broughton (2004 *apud* DUARTE e CERQUEIRA, 2007) relata que

“(...) foram identificadas categorias que são extensamente aplicáveis às terminologias de uma escala de campos sujeitos; essas categorias são geralmente funcionais e/ou lingüísticas na natureza (por exemplo entidades, processos, propriedades, operações, agentes). Os assuntos compostos e complexos são acomodados combinando conceitos individuais. Os vários formulários da sintaxe do sistema (as ligações e as réguas para requisição e combinação entre categorias) foram propostos para combinar os conceitos individuais, a maioria dos quais baseados em modelos da língua natural; o método usado na teoria britânica de classificação da faceta depende da ordem de citação”. (p. 41)

Para Campos e Gomes (2003), a classificação, organização e indexação documentária tem obtido êxito em termos de desempenho quando se parte também do conceito e não somente da palavra. Nesse sentido, dizem os autores “novo reforço se obtém com a introdução das bases da terminologia que, em muitos aspectos, são comuns à teoria da classificação facetada”. Esta última, como já afirmado anteriormente, foi apresentada por Ranganathan em quatro obras de base: *Five Laws of Library Classification* (1963), *Prolegomena to Library Classification* (1967), *Philosophy of Book Classification* (1951) e *Colon Classification* (1963). Ainda segundo Campos e Gomes (2003), Ranganathan

elabora postulados para tentar dar conta da representação do conhecimento, através do que ele denomina de universo do conhecimento, universo dos assuntos, universo do documento. Além desses, ele introduz o conceito de categorias para representar um dado domínio de conhecimento. Esta teoria pode ser definida como um movimento para discutir a geração do conhecimento e Ranganathan foi uma figura marcante para o desenvolvimento desta questão no âmbito do fazer informacional. (p. 152)

Os mesmos autores (2003) reportam uma citação de Ranganathan na qual este trata da dificuldade do próprio ato de classificar:

“(...) a tarefa da classificação é mapear o universo multidimensional dos assuntos ao longo de sua atividade... Vimos quão tortuosa é a tarefa de terminar e priorizar uma escala de relações preferidas entre todas as idéias isoladas e entre todos os assuntos... Há muitas relações vizinhas imediatas entre os assuntos. Tendo fixado um destes assuntos na primeira posição da linha, devemos decidir qual será seu vizinho imediato, qual será seu vizinho de transferência dois, e assim sucessivamente. Podemos perder noites de sono e ainda não estarmos perto de uma solução firme. Se não formos

estudantes sérios de classificação podemos desistir dizendo ‘a classificação é impossível’. Para uns poucos, a classificação é mesmo marcada por um absurdo lógico. Esta é a medida da magnitude do mapeamento do Universo de Assuntos multidimensional ao longo da atividade que é a classificação.” (p. 159).

Ainda segundo Campos e Gomes (2003), os postulados de Ranganathan são fundamentais para a composição da classificação bibliográfica e acrescentam que

o desenvolvimento desses estudos, no âmbito de modelos teóricos de representação, permitirá ao profissional de informação a possibilidade de atuar cada dia mais num espaço interdisciplinar que englobe questões ligadas à epistemologia, à lógica, à teoria cognitiva, à computação e à terminologia. (p. 162)

Não raro, observamos conceitos de Ranganathan que se confundem com aqueles descritos por Gruber (1995), acima apresentados: por exemplo, o conceito de *Extensibilidade* encontra seu equivalente em Ranganathan por meio da *Hospitalidade* que, segundo Campos e Gomes (2003, p. 162), “é um conceito (...) para inserir uma perspectiva de flexibilidade em uma estrutura classificatória, ou seja, toda classe de conceitos deve possuir mecanismos para inclusão de novos conceitos que venham a surgir a partir da dinâmica do conhecimento” (CAMPOS e GOMES, 2003, p. 162); ou o critério da *Clareza*, postulado por Gruber, e que tem afinidade com os princípios *da divisão* e *da relevância* em Ranganathan que, de acordo com Duarte e Cerqueira (2007), podem ser assim manifestos: “uma faceta deve representar apenas uma característica de divisão do universo superior (pai)” e “as facetas escolhidas devem ser relevantes ao propósito, assunto e escopo do sistema de classificação” (DUARTE e CERQUEIRA, 2007, p. 43), respectivamente.

Faz-se assim, necessário e indispensável, um olhar sobre as teorias de Ranganathan que, certamente, influenciaram a maneira de se documentar e organizar informações, influência esta que se estende até a arquitetura de sistemas de informação e recuperação de dados propostos por pesquisadores da área de Ciências da Computação.

1.4 Lingüística

Diante do exposto na seção 1.2, cumpre lembrar que tratamos de realizações cognitivas que se buscam formalizar mediante o uso de uma língua não-natural (aquela do computador). Contudo, a interação humana se dá primordialmente por meio de línguas naturais. Pode-se pensar no dia em que o ser humano será capaz de utilizar essas mesmas línguas naturais para fazer requisições ao computador e obter respostas de maneira semelhante àquela que um outro ser humano daria. O surgimento de sistemas do gênero ainda é um desiderato distante e cabe ao ser humano a tarefa de aprender a língua do computador.¹⁸ Por outro lado, aliadas à modelagem conceitual, as teorias em torno da semântica lexical podem dar subsídios importantes para que as Ciências da Computação alcancem tal intento.

O que se nota é que muitos dos conceitos encontrados na modelagem de dados computacional encontram-se relacionados paralelamente com importantes conceitos da semântica lexical, chegando em certo ponto a se cruzarem. Tal intersecção de áreas tem contribuído enormemente para o desenvolvimento de trabalhos em um ramo da Lingüística cada vez mais ascendente: a Lingüística Computacional (doravante LC).

Muitos dos trabalhos desenvolvidos hoje em LC não poderiam ser levados adiante sem uma base lexical subjacente. Para tanto, a Lexicologia tem contribuído para a criação de tais bases com conceitos teóricos importantes e que têm subsidiado a sua prática.

Com efeito, as ontologias assemelham-se àquilo que classicamente se conhece em Lingüística como “Teoria dos Campos Semânticos”. De fato, conforme relata Lyons (1977, p. 204), foi inicialmente “proposta por lingüistas alemães e suíços durante as décadas de 20 e 30

¹⁸ Os *chatterbots* são programas de computador que tentam simular a interação lingüística humana. O mais conhecido deles, e um dos precursores, foi o ELIZA, criado em 1966, no MIT, por Joseph Weizenbaum. Em português, os mais conhecidos são Cybelle e o Ed Outromundo, criado pela Petrobrás. Este último ainda encontra-se acessível em < <http://www.ed.conpet.gov.br/converse.php>>. Acesso em 15 jan 2009.

do nosso século: nomeadamente Ipsen (1924), Jolles (1934), Porzig (1934), Trier (1934)”.

Esse mesmo autor relata (1977):

(...) a semântica estrutural saussureana (e pós-saussureana) considera que o significado de qualquer unidade linguística é determinado pelas relações paradigmáticas e sintagmáticas existentes entre elas e as outras unidades do sistema linguístico. Pode dizer-se que os lexemas e outras unidades semanticamente relacionadas, ao nível paradigmático ou sintagmático, dentro de um dado sistema linguístico, pertencem a um mesmo campo (semântico), ou são membros dele; e um campo cujos membros são lexemas é um campo lexical. Um campo lexical é, por conseguinte, um subconjunto paradigmática e sintagmaticamente estruturado do vocabulário (ou léxico). (p. 204)

Observa-se que a afinidade semântica entre itens lexicais faz que com estes pertençam a um grupo maior (denominado “campo” ou “campo semântico”) e que há no seu interior uma série de relações determinantes, entre tais unidades lingüísticas, para que haja significação. Em ontologias, tal fenômeno dá-se da mesma forma e determina a sua coerência: a inserção de elementos estranhos em um campo descaracteriza-o, considerando que tal estranheza é causada pela ausência de qualquer relação que determine a pertinência daquele item naquele grupo, impossibilitando a sua inclusão e tornando falha a sua estruturação.

Tal estruturação do léxico faz-se por meio de conceitos oriundos da Lexicologia e se evidenciam no fazer lexicográfico. Em Lehmann & Martin-Berthet (1998), recuperamos tipologias de definição lexicográfica e dentre elas encontramos o modelo de definição aristotélico. Esse modelo engloba conceitos tratados por Aristóteles e que possuem expressividade nos estudos lexicológicos e lexicográficos. As autoras reportam os conceitos de *gênero próximo* e de *diferenças específicas*. O primeiro está ligado à classe geral ao qual o referente do nome pertence; ao passo que o segundo refere-se às diferenças que o separam das outras espécies pertencentes ao mesmo gênero. Vejamos o exemplo retirado do *Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa* (HOUAISS & VILLAR, 2001): “**Cão**: mamífero carnívoro da família dos canídeos (...)”. A definição proposta compõe-se do includente ou hiperônimo (*mamífero*) e um traço diferencial que o distingue dos demais mamíferos: *pertencente à*

família dos canídeos. Segundo as mesmas autoras tal tipo de definição é ordenada (o incluyente posto em primeiro lugar), hierarquizada e distintiva. Assim:

Aristóteles recomendava definir pelo recurso ao gênero próximo. Ele distinguia, em uma classificação absoluta, três gêneros: o **gênero próximo** (que tem abaixo dele apenas espécies), o gênero distante (que engloba outros gêneros) e o gênero supremo (que não é englobado em nenhum outro). *Poltrona* entra assim em uma série de inclusões: *assento* (gênero próximo), *móvel* (gênero distante) e *objeto* (gênero supremo). Nenhum incluyente representa em si o gênero próximo: *assento* é o gênero próximo de *poltrona* e *móvel* é o gênero próximo de *assento*. A escolha do gênero próximo assegura, para a definição, economia e eficácia (qualificação mais concisa no caso do gênero próximo). (LEHMANN & MARTIN-BERTHET, 1998, p. 17)¹⁹

De tal afirmação, é possível dizer que, assim como se verifica nas ontologias computacionais, ocorre entre itens lexicais super e subordenados o que se conhece como herança lexical. Assim, para o exemplo dado na citação acima, *móvel* herda o conceito de *objeto* (tornando-se mais específico) e *poltrona* herda o conceito de *assento* (que por sua vez, herdara o conceito de *móvel*). Os co-hipônimos de *poltrona* (pode-se pensar em *sofá*, *cadeira*, *tamborete* etc.) possuem características particulares que os distinguem, tendo, contudo, herdado as mesmas características de seu hiperônimo *assento*.

Traços distintivos tratados no modo de definição aristotélica são chamados por Pottier (1985, p. 62) de **semas**. Um conjunto de semas é denominado **semema**. O mesmo autor (1964 *apud* LEHMANN & MARTIN-BERTHET, 1998, p. 24) realizara uma análise sêmica (de perspectiva onomasiológica²⁰) sobre os diversos tipos de assentos (Tabela 1).

¹⁹ “Aristote recommandait de définir par le recours au **genre prochain**. Il distinguait, dans une classification absolue, trois genres : le genre prochain (qui n’a en dessous de lui que des espèces), le genre éloigné (qui englobe d’autres genres) et le genre suprême (qui n’est englobé dans aucun autre). *Fauteuil* entre ainsi dans une série d’inclusions : *siège* (genre prochain), *meuble* (genre éloigné) et *objet* (genre suprême). Aucun incluant ne représente en soi le genre prochain : *siège* est le genre prochain de *fauteuil* et *meuble* est le genre prochain de *siège*. Le choix du genre prochain assure à la définition économie et efficacité (qualification plus brève dans le cas du genre prochain).”

²⁰ O que corresponde a uma metodologia que parte do significado em direção ao significante. Ou seja, parte-se de uma noção comum para verificar como esta noção se realiza nos diferentes significantes. Difere-se da perspectiva semasiológica utilizada comumente nos dicionários de língua.

	s ¹ para se sentar	s ² sobre pés	s ³ para uma pessoa	s ⁴ com encosto	s ⁵ com braços	s ⁶ de material rígido
cadeira	+	+	+	+	-	+
poltrona	+	+	+	+	+	+
tamborete	+	+	+	-	-	+
sofá	+	+	-	(+)	(+)	+
<i>pouf</i>	+	-	+	-	-	-

Tabela 1 – Análise sêmica para os diversos tipos de assento

Observando os seis semas descritos acima (s¹...s⁶) é possível descrever as características específicas para cada um dos tipos de assentos. O conjunto de semas correspondente a cada um deles é o que se conhece por semema:

Semema de *cadeira* = {s¹, s², s³, s⁴, s⁶}

Semema de *poltrona* = {s¹, s², s³, s⁴, s⁵, s⁶}

Semema de *sofá* = {s¹, s², s⁶}, às vezes com s⁴ e s⁵, por isso o sinal (+).

O que se percebe é que um conjunto de semas, ou semema, pode apresentar características comuns a um outro conjunto. Assim, o **arquissemema** designa o conjunto de semas comuns a vários sememas.

Se para o semema de cadeira atribuímos o nome S₁ e para o semema de poltrona atribuímos S₂, teremos assim um novo conjunto S_i formado pela intersecção de S₁ e S₂. S_i é o arquissemema desses conjuntos:

$$S_1 \cap S_2 = S_i$$

Se o conjunto de semas resultante da intersecção de um ou mais de um ou mais sememas resulta em uma unidade lexicalizada da língua, temos então um **arquilexema**. Na análise sêmica realizada por Pottier, o arquissemema resultante refere-se ao item lexical, arquilexema do conjunto: *assento*.

É evidente o viés semântico encontrado no cerne dos estudos lexicais. A Semântica Estrutural, ao olhar para as relações associativas, abarca em si importantes questões para a compreensão e funcionamento do léxico. Essas relações associativas, como os conceitos de hiperonímia/hiponímia e a decomposição semântica por meio de traços, englobam noções fundamentais do que se conhece em Computação e Ciências da Informação por ontologias. Não se trata apenas de um tesouro ou um mapa conceitual, mas sim de uma estrutura hierárquica de conceitos que respeita determinados formalismos e busca representar, de maneira coerente e clara, um domínio de conhecimento.

A respeito das relações existentes entre itens lexicais especializados, Cabré (1999, p. 48 *apud* FELIU, 2004) afirma:

Cada unidade terminológica corresponde a um nó cognitivo dentro de um campo de especialidade e o conjunto destes nós conectados por relações específicas (causa-efeito, todo-parte, contigüidade, anterioridade-posterioridade etc.) constitui a representação conceitual desta especialidade. Se assim for, não há dúvida de que por meio da terminologia representamos a realidade especializada. Paralelamente à representação da realidade, categorizada em classes de conceitos relacionados, as unidades terminológicas servem também para a transmissão de conhecimento, ou seja, para a comunicação. (p. 25-26)²¹

Essa representação sugere a existência de conceitos que respeitam traços universais e intrínsecos, mas que podem sofrer variações mínimas de acordo com aquilo que se pode chamar de multiplicidade de percepções – a constituição sociocultural de cada indivíduo determina a sua visão de mundo que, por sua vez, determinará também a maneira como esse enxerga um dado conhecimento.

²¹ “Cada unidad terminológica corresponde a un nudo cognitivo dentro de un campo de especialidad y el conjunto de dichos nudos conectados por relaciones específicas (causa-efecto, todo-parte, contigüidad, anterioridad-posterioridad, etc.) constituye la representación conceptual de dicha especialidad. Si ello es así, no cabe duda de que mediante la terminología representamos la realidad especializada. Paralelamente a la representación de la realidad, categorizada en clases de conceptos relacionados, las unidades terminológicas sirven también para la transmisión de este conocimiento, es decir, para la comunicación.”

Nesse sentido, faz-se necessário um modelo teórico que formalize estas relações e explicita-as. Discutimos no próximo capítulo a Teoria do Léxico Gerativo, mais especificamente a Estrutura *Qualia* que visa o tratamento das relações semânticas entre itens lexicais (especializados, neste trabalho).

CAPÍTULO II

A TEORIA DO LÉXICO GERATIVO E A ESTRUTURA QUALIA

Diferentes modelos buscam expor a significação lexical tornando conteúdos em língua natural legíveis por máquina. As camadas de processamento desses modelos podem ir desde aquela morfológica até a pragmática, passando pela sintática, semântica e discursiva. Esse processo em geral se dá de maneira modular, ou seja, a análise dos dados não é realizada em um único momento, mas passa por etapas nas quais as informações lingüísticas são lidas por um módulo de processamento e convertidas em linguagem de máquina. Na etapa seguinte, a informação processada é transmitida para outro módulo que realizará novo processamento, e assim por diante, de acordo com o tipo e objetivo de aplicação com o que se está lidando.

Para o processamento semântico, várias teorias podem ser encontradas na literatura. Desde Katz e Fodor (1963), com o postulado da teoria dos primitivos semânticos, até Jackendoff (1983) com sua proposta cognitiva que se baseia em uma hipótese ontológica e epistemológica. Podemos citar ainda o modelo de Jordan (1992 *apud* PARDO, 2005) para quem “uma relação semântica constitui uma ‘noção semântica textual de conexão binária entre quaisquer duas partes de um texto’” (p. 18). A concepção de Jordan aproxima-se mais do paradigma textual e suas propostas de relações encontram-se no Anexo I.

Outros modelos com os quais podemos descrever relações semânticas, mais especificamente entre unidades terminológicas, podem ser encontrados em Seppälä (2004) e em Feliu (2004).

O modelo adotado nesta pesquisa será apresentado adiante e foi eleito justamente por conceber a descrição de relações semânticas baseada em formalismos computacionais, a saber, a Estrutura *Qualia*, integrante da Teoria do Léxico Gerativo.

2.1 A Teoria do Léxico Gerativo

A Teoria do Léxico Gerativo, doravante TLG, foi proposta por James Pustejovsky em seu livro *The Generative Lexicon* (1995) e apresenta um sistema de tipo semântico (composto por estruturas: de argumento, de eventos, *Qualia* e de herança lexical) e mecanismos semântico-gerativos (formados por coerção de tipo, co-composição, e amarração seletiva). Seus modelos visam aperfeiçoar a representação semântica nos chamados léxicos computacionais para resolução de questões como a homonímia e a polissemia. Para o autor, os principais problemas para a semântica lexical são:

- (a) Explicar a natureza polimórfica da língua; (b) Caracterizar a semanticalidade de sentenças em língua natural; (c) Capturar o uso criativo de palavras em contextos novos; (d) Desenvolver uma representação semântica co-composicional mais rica. (PUSTEJOVSKY, 1995, p. 5)²²

A maneira puramente morfossintática com que a maioria dos léxicos computacionais é hoje descrito pode explicar os entraves que se observam para que sistemas computacionais que necessitam do léxico funcionem adequadamente. Sem dúvida, a partir do momento que se agrega valor semântico a esses léxicos, obtém-se resultados muito mais fiáveis e representativos concernentes àquilo que se objetiva a partir de um determinado sistema lingüístico-computacional.

Pustejovsky (1995) realiza uma distinção dicotômica para o estudo e representação da significação lexical: teorias baseadas em primitivos²³ e teorias baseadas em relações.²⁴ Como apresentado anteriormente, Pottier é um dos que trataram a semântica lexical com uma teoria de decomposição em primitivos semânticos que se opõem em positivos/negativos (possui ou não possui o sema em questão). Para Pustejovsky, contudo, uma representação semântica

²² “(a) Explaining the *polymorphic nature* of language; (b) Characterizing the *semanticality* of natural language utterances; (c) Capturing the *creative use of words* in novel contexts; (d) Developing a richer, *co-compositional* semantic representation.” [grifos do autor]

²³ “*Primitive-based* theories.”

²⁴ “*Relation-based* theories.”

deve seguir uma linha composicional (que se enquadraria nas teorias baseadas em relações). Assim, ao invés de descrever *cadeira*, decompõe-se seus traços semânticos e, ao invés de atribuir-lhes positividade (/para se sentar/, /sobre pés/, /para uma pessoa/, /com encosto/ e /de material rígido/); e negatividade (/com braços/), poder-se-ia descrevê-la por meio de uma rede de relações (Anexo II).

Para Pustejovsky, Semântica Lexical é o estudo de como e o que as palavras de uma língua denotam. Para lingüistas teóricos e computacionais:

o léxico é um conjunto estático de palavras-sentido, etiquetado com informações do tipo sintáticas, morfológicas e semânticas. Além disso, teorias formais do estudo da semântica de uma língua natural têm dado escassa importância a duas importantes questões: ao uso criativo de palavras em contextos novos e a uma apreciação dos modelos semântico-lexicais baseados na composicionalidade. (ZAVAGLIA, 2002, p. 106 e 107)

Observemos que no âmbito da Lexicologia, o léxico, nível lingüístico mais diretamente ligado à realidade extralingüística, apresenta-se, em relação aos outros níveis, como o menos sistematizado. Há ainda que se ressaltar que o léxico de uma língua encontra-se em constante dinamicidade e para um mesmo significante podem-se observar múltiplos significados. A tratabilidade destas informações por máquina depende justamente da eficácia da representação semântica adotada.

O autor, na mesma obra, ainda caracteriza um léxico gerativo como um sistema computacional, com, no mínimo, quatro níveis de representação:

1. **Estrutura Argumental** (*Argument Structure*) na qual ocorre a especificação do número e do tipo de argumentos lógicos e como eles existem sintaticamente.
2. **Estrutura de Evento** (*Event Structure*) que contém a definição do tipo de evento de um item lexical e uma frase. Inclui eventos do tipo ESTADO, PROCESSO e TRANSIÇÃO que podem ter uma estrutura de subeventos.

3. **Estrutura *Qualia* (*Qualia Structure*)** que inclui modos de explicação compostos pelos papéis Formal, Constitutivo, Télico e Agentivo.
4. **Estrutura de Herança Lexical (*Lexical Inheritance Structure*)** pela qual identifica-se a relação de uma estrutura lexical com outras estruturas, e ainda a sua contribuição para a organização global do léxico.

O presente trabalho foca-se no nível de representação (3), a Estrutura *Qualia* que será discutida na próxima seção.

2.2 A Estrutura *Qualia*

A Estrutura *Qualia* é definida por Pustejovsky como sendo a representação que dá força relacional ao item lexical. Essa Estrutura especifica quatro papéis essenciais do significado de uma palavra (p. 85 e 86):

- **Formal (*Formal*)**, “o que distingue o objeto dentro de um domínio maior: i. Orientação, ii. Magnitude, iii. Forma, iv. Dimensionalidade, v. Cor, vi. Posição”;²⁵
- **Constitutivo ou Partes Constituintes (*Constitutive*)**, “a relação entre um objeto e seus constituintes, ou partes próprias: i. Material, ii. Peso, iii. Partes e elementos componentes”;²⁶
- **Télico (*Telic*)**, “propósito e função do objeto: i. Propósito que um agente tem ao realizar uma ação, ii. Função integrada ou objetivo que especifica certas atividades”;²⁷

²⁵ “that which distinguishes the object within a larger domain: i. Orientation, ii. Magnitude, iii. Shape, iv. Dimensionality, v. Color, vi. Position.”

²⁶ “the relation between an object and its constituents, or proper parts: i. Material, ii. Weight, iii. Parts and component elements.”

²⁷ “purpose and function of the object: i. Purpose that an agent has in performing an act, ii. Built-in function or aim which specifies certain activities.”

- **Agentivo** (*Agentive*), “fatores envolvidos na origem ou ‘causar’ de um objeto:
i. Criador, ii. Artefato, iii. Classe natural, iv. Cadeia causal”²⁸

É possível que se obtenha uma descrição mais rica do significado a partir da Estrutura *Qualia*, uma vez que não se trata apenas de uma visão composicional simplista. A título de exemplificação, podemos contrastar dois itens lexicais como *gibi* e *tese*. O *Telic quale* ou “significado télico” para *gibi* vai nos dar o aspecto funcional do item lexical que é representado como [TELIC = entreter] e para *tese* [TELIC = informar]. Vale ressaltar que a distinção entre esses objetos não se faz somente por meio desses papéis na estrutura télica. No papel “constitutivo” para os mesmos exemplos teríamos talvez, [CONST = narrativa] para *gibi* e [CONST = dissertação] para *tese*. Para o papel formal poderíamos definir [FORMAL = revista] para *gibi* e [FORMAL = monografia] para *tese*. E por fim, o papel agentivo desses objetos é definido pela forma como esses foram levados à “existência”, ou seja: [AGENT = escrito] para *gibi* e [AGENT = elaborado] para *tese*. Sistematizamos esse exemplo na tabela abaixo:

	Formal	Constitutivo	Télico	Agentivo
“gibi”	[revista]	[narrativa]	[entreter]	[escrito]
“tese”	[monografia]	[dissertação]	[informar]	[elaborado]

Tabela 2 – Exemplo de atribuição de papéis Qualia aos itens “gibi” e “tese”

Constatamos que, assim como acontece com a TLG como um todo, a Estrutura *Qualia* tem sido largamente utilizada na construção de ontologias. Observem-se, por exemplo trabalhos como Hathout (1996), Lenci *et al.* (2000), Bidarra (2002), Zavaglia *et al.* (2007), Pustejovsky *et al.* (2008). Contudo, muitos trabalhos utilizam-se da metodologia descrita pela

²⁸ “Factors involved in the origin or ‘bringing about’ of an object: i. Creator, ii. Artifact, iii. Natural kind, iv. Causal Chain.”

Estrutura *Qualia*, sem contudo utilizar a mesma nomenclatura. A partir do trabalho de Pustejovsky (1995), começou-se a fazer uma denominação e sistematização dessas relações.

A Estrutura *Qualia* é um dos objetos de estudo da fundamentação teórica desta pesquisa justamente porque é capaz de estabelecer relações entre os itens lexicais, como podemos observar na Tabela 2.

Por fim, enfatizamos a necessidade de se adotar um modelo semântico que se construa com base em um formalismo (tornando-o assim legível por máquina) e que garanta aos itens lexicais estudados um sentido unívoco, baseado na inter-relação que este estabelece com os demais itens lexicais. Em conformidade com isso, Zavaglia (2002) diz que:

Dada a suposição de que múltiplas dimensões do significado são necessárias para começar a caracterizar unidades lexicais em um nível semântico, a Estrutura *Qualia* tem sido utilizada como um dos princípios cruciais de organização para a representação e interpretação do significado lexical de uma frase em sistemas computacionais de complexidade variada. De fato, ela é capaz de suprir o vocabulário básico para expressar aspectos diferentes do significado lexical (*word-meaning*). O objetivo geral é ir além de uma hierarquia dimensional, resgatando, assim, o padrão de relações de hiponímia e hiperonímia. (ZAVAGLIA, 2002, p. 267)

Os diferentes modelos de representação semântica esbarram muitas vezes em limitações de cunho teórico e prático. Contudo, uma abordagem de representação relacional elimina entraves de natureza extensiva, pois não se limita, por exemplo, a uma lista exaustiva de traços semânticos e admite uma maior caracterização do léxico pelo próprio léxico. Sobre isso, a TLG e, mais especificamente, a Estrutura *Qualia* permite que se descreva um léxico valendo-se dos papéis semânticos que atribuem significado a um vocabulário finito e capturam a constituição, função, caracterização e origem dos referentes extralingüísticos que este léxico representa no interior do sistema lingüístico. É importante, porém, que se caracterize o vocabulário a ser representado por esse modelo, a fim de entender os possíveis resultados atingidos.

A distinção do léxico da N&N dar-se-á no próximo capítulo, tomando-se como base o fenômeno da neologia e dos processos de composição que a permeiam. Abordamos também a relação entre a Terminologia, enquanto disciplina, e como esta é atingida pelos avanços no âmbito técnico-científico. Explicitamos ainda como tais unidades neológicas foram levantadas seguido de um estudo semântico de algumas dessas lexias.

CAPÍTULO III

O DOMÍNIO DA NANOCIÊNCIA E NANOTECNOLOGIA: CARACTERIZAÇÃO DE SEU LÉXICO

Segundo Figueiredo (2006), “o termo Nanotecnologia foi utilizado pela primeira vez em 1974 pelo professor Norio Taniguchi da Universidade de Tóquio.”, e indica “uma unidade derivada igual a 10^{-9} vezes a primeira.” (FERREIRA, 2004). Apenas para que tenhamos uma idéia dessa dimensão, o diâmetro de um fio de cabelo humano mede cerca de 30.000 nanômetros, já “um minúsculo vírus, invisível a olho nu, se apresenta como uma incrível entidade com cerca de 200 nm.” (TOMA & ARAKI, 2005)

É desse mundo “do muito pequeno” que trata o domínio da N&N, um dos mais promissores campos de pesquisa da ciência, que prometem uma verdadeira revolução tecnológica.

Para lidar com objetos tão pequenos, além de equipamentos modernos, caros e complexos, são necessárias metodologias específicas para manipular partículas de tamanhos tão reduzidos (KNOBEL, 2005). A propósito da necessidade de infra-estrutura própria, Chaves (2002) comenta:

Um dos feitos mais importantes para o desenvolvimento da N & N foi a invenção em 1981 do microscópio de varredura por tunelamento eletrônico (scanning tunneling microscope - STM) (...) [que] deu origem a uma família de instrumentos de visualização e manipulação na escala atômica, coletivamente denominados microssondas eletrônicas de varredura (scanning probe microscopes - SPM). (...). Além da visualização nanométrica de uma superfície, os SPM permitem manipular átomos e moléculas (...). Em um sentido figurado, os SPM podem operar como pinças capazes de manipular átomos e moléculas.

Ainda segundo Figueiredo (2006), por se basear na utilização de átomos como blocos de construção, cujo arranjo espacial e composição são usados para obter estruturas com novas propriedades mecânicas, ópticas, eletrônicas ou magnéticas, a Nanotecnologia pode gerar novos produtos industriais. Ao conseguir criar novas moléculas de arquiteturas especiais e,

conseqüentemente, propriedades especiais, a N&N firma-se como um campo amplo e interdisciplinar que envolve a Química, a Física, a Bioquímica, a Biofísica, a Engenharia de Materiais, a Ciência da Computação e a Medicina.

Como área multidisciplinar, a N&N congrega os esforços de diversos pesquisadores de distintas áreas. Alguns resultados de pesquisas já podem ser encontrados em produtos disponíveis no mercado. Outras pesquisas necessitam ainda que o conhecimento da área avance para que se possam alcançar os resultados esperados.

No Brasil, os investimentos em N&N têm sido cada vez maiores e o desenvolvimento de produtos a partir de técnicas que envolvem a manipulação de objetos em escala nanométrica tem representado um campo de estudo e pesquisa que se mostra produtivo para a pesquisa terminológica.

A esse propósito, Almeida *et al.* (2007) comentam os investimentos que têm sido feitos em N&N e o que se espera para o Brasil:

Segundo documento elaborado pelo Grupo de Trabalho criado pela portaria Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) nº 252, de 16/05/2003, intitulado “Desenvolvimento da Nanociência e da Nanotecnologia” (2003), a Nanotecnologia é atualmente uma das áreas centrais das atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação nos países industrializados. De acordo com o mesmo documento, os investimentos aplicados nessa área de conhecimento por esses países têm sido crescentes e atingiram, em 2002, cerca de cinco bilhões de dólares. A previsão é de que, entre 2010 e 2015, o mercado mundial envolvendo a Nanotecnologia será de um trilhão de dólares. No Brasil, o cenário para pesquisas em N&N já é promissor, sobretudo nos segmentos de “manipulação de nano-objetos, nanoeletrônica, nanomagnetismo, nanoquímica e nanobiotecnologia, incluindo os nanofármacos, a nanocatálise e as estruturas nanopoliméricas” (“Desenvolvimento da Nanociência e da Nanotecnologia”, 2003), entretanto, ainda há uma grande defasagem dos países do Hemisfério Sul em relação aos países desenvolvidos, como mostra documento da Organização dos Estados Americanos (OEA), intitulado “Ciência, Tecnologia, Engenharia e Inovação para o Desenvolvimento: uma visão para as Américas no Século XXI” (2005).

A partir do texto acima, já é possível observar termos que são próprios da N&N, tais como: “nanociência”, “nanotecnologia”, “nano-objetos”, “nanoeletrônica”, “nanomagnetismo”, “nanoquímica”, “nanobiotecnologia”, “nanofármacos”, “nanocatálise”

como substantivos e “nanopoliméricas” como adjetivo. Todos esses termos possuem, ao menos, uma característica em comum, pois todos seguem um modelo de formação: a junção da partícula “nano” às bases substantivas e adjetivas pré-existentes, gerando um novo item lexical.

Tendo em vista as diversas possibilidades que o sistema lingüístico oferece ao falante de uma língua para nomear um novo referente, propomos observar, nas seções que se seguem, os processos de formação neológica mais produtivos na terminologia da N&N, quais sejam: a derivação por prefixação e a truncação seguida da composição, observando antes o papel terminológico na sociedade.

3.1 Terminologia e avanços sociais

O final do século XX e este início do século XXI têm sido marcados por um intenso avanço tecnológico em muitos campos do conhecimento. As transformações nos diversos domínios do saber nunca aconteceram de maneira tão rápida e freqüente, muitas delas atingindo mais diretamente a população em geral, posto que muitas tecnologias passam a fazer parte do cotidiano das pessoas. O desenvolvimento de novas descobertas científicas traz consigo termos novos, que acabam se incorporando ao acervo lexical das línguas.

Cabré (2006), na introdução dos Anais do IX Simpósio Ibero-americano de Terminologia (RITERM04), assim discorre sobre os avanços sociais, globalização e o papel da Terminologia nesse panorama:

As profundas mudanças sociais que se produziram nas últimas décadas, que se podem sintetizar na aparição de novas relações e interdependências entre as culturas e as nações, nos avanços rápidos do conhecimento e a diversificação de sua difusão, no desenvolvimento das tecnologias, e na participação no fenômeno da globalização, tornam necessária a busca de soluções comuns aos problemas que afetam toda a humanidade. (...) A terminologia pode ter um papel importante neste diálogo (...): por um lado, porque pode participar da delimitação de conceitos fortemente ideologizados

e polissêmicos à base de muitos conflitos desencadeados; por outro lado, porque é um elemento chave na transmissão de idéias e conhecimentos em um marco de plurilingüismo e especialização. (p. 25)²⁹

A esse propósito, constatamos que os neologismos constituem um tema fundamental para os estudos lexicais, nesta pesquisa particularmente, em Terminologia, pois o surgimento de novas palavras no âmbito especializado representa uma necessidade comunicativa do falante de nomear aquilo que na realidade extralingüística apresenta-se também como novo: “a neologia é simplesmente a anotação de palavras novas criadas pelas necessidades de denominação, expressão e comunicação” (LERAT, 1997, p. 144).³⁰ Ou como afirma Cabré (2000):

Não há dúvida que os primeiros sinais que mostram que uma língua é viva é sua capacidade de criar novas unidades, basicamente lexicais. Essa capacidade não é gratuita, senão plenamente funcional: na medida em que ocorrem mudanças sociais, a língua adapta-se a estas mudanças e geram novas unidades para denominá-las. (p. 85)³¹

É nesse cenário de mudança e inovação tecnológica que surge o domínio da N&N, cuja terminologia é nosso objeto de estudo.

3.2 A neologia no âmbito técnico-científico

O léxico, sendo considerado um inventário aberto, fornece ao falante possibilidades constantes de criação neológica. E o falante, por meio de sua competência lexical, faz uso dessas possibilidades oferecidas pelo sistema lexical da língua e enriquece, com os neologismos, o acervo vocabular (ALMEIDA, 1995).

Os neologismos surgem, via de regra, para suprir uma necessidade de *expressão* ou *denominação* sentida pelo falante. Expressão, porque a unidade lexical pode ser criada por

²⁹ O texto, na fonte, está em português.

³⁰ “la neología es simplemente la anotación de palabras nuevas creadas por las necesidades de denominación, expresión y comunicación.”

³¹ “No hi há dubte que el primerí indici que mostra que una llengua és viva és la seva capacitat de crear noves unitats, bàsicament lèxiques. Aquesta capacitat no és gratuïta sinó plenament funcional: en la mesura que es produeixen canvis socials, la llengua s’adapta em aquests canvis i genera noves unitats per denominar-los.”

razões estilísticas, contribuindo, assim, para dar um melhor efeito no discurso; denominação, porque o neologismo criado pode servir para designar objetos, procedimentos, equipamentos, conceitos novos ou novas maneiras de perceber e entender a realidade. E com os avanços científicos e tecnológicos constantes, próprios do mundo moderno, essas criações lexicais passam a ser freqüentes nas linguagens especiais, mais particularmente nas terminologias técnicas e científicas, nas quais as novidades surgem diariamente (ALMEIDA, 1995).

O que percebemos, então, é que as terminologias técnicas e científicas são, em grande parte, responsáveis pelo enriquecimento do léxico de uma língua. A respeito dessa “cumplicidade” entre a língua e a ciência/tecnologia, Quemada afirma:

...uma língua de cultura moderna, necessariamente científica e técnica, não deve ver na neologia lexical apenas um mal inevitável. É a primeira condição a partir da qual o idioma pode permanecer um instrumento de comunicação nacional, mesmo internacional, e não ser apenas uma língua viva. Deve até considerar a criatividade lexical como parte responsável pela sua riqueza imediata, como sinal evidente de sua vitalidade. (*apud* ALVES, 1984, p. 119)

É por isso que Boulanger (1990, p. 234) salienta que a criação lexical é certamente o reator que ativa a evolução lingüística, pois em razão de sua permeabilidade às mudanças da sociedade, vive, como ela, em constantes transformações.

A neologia nos textos de especialidade é tão produtiva, que se cunharam termos específicos para denominar esse fenômeno: *neonímia*, de acordo com Rondeau (1984, *apud* ALVES, 2000, p. 122), e *neotermo*, segundo Boulanger (1984, *apud* ALVES, 2000, p. 123).

Segundo Alves (2000), “do ponto de vista da formação, neologismos e neônimos são constituídos pelos mesmos processos: derivação, composição, transferência semântica, empréstimo de outros idiomas, truncação.” (ALVES, 2000, p. 123). No âmbito deste trabalho, como dito anteriormente, daremos relevo aos processos de derivação por prefixação e truncação seguido de composição.

3.3 A partícula *nano-*

De acordo com Cunha e Cintra (2001), nem sempre é fácil estabelecer a diferença entre um prefixo (que se inclui no processo de derivação) e um elemento de composição. Segundo os autores, é possível afirmar que os prefixos “são meras partículas sem existência própria no idioma” (p. 84), ao contrário daquelas que podem funcionar de forma autônoma. Para o segundo caso, os autores dão como exemplos *contra-* em *contradizer* e *entre-* em *entreabrir*. Ainda assim, isso não parece suficiente, já que numa oração anterior os mesmos autores afirmam: “os prefixos são mais independentes que os sufixos.” Para estabelecermos assim um conjunto de características que nos auxilie a classificar os casos que se mostraram bastante frequentes no corpus da N&N, valer-nos-emos do conceito e características dos prefixos estabelecidos em Alves (2007)³² e Correia e Lemos (2005), respectivamente.

Para Alves (2007):

A derivação prefixal é um processo extremamente produtivo no português contemporâneo. Ao unir-se a uma base, o prefixo exerce a função de acrescentar-lhe variados significados: “grandeza, exagero, oposição, pequenez, repetição...”. Como não há unanimidade, na língua portuguesa, quanto ao número e à natureza dos morfemas prefixais, trataremos como prefixos as partículas independentes ou não-independentes que, antepostas a uma palavra-base, atribuem-lhe uma idéia acessória e manifestam-se de maneira recorrente, em formações em série. (p. 14 e 15)

Correia e Lemos (2005) atribuem ao prefixo as seguintes características:

ocorrem sempre à esquerda da base; corresponde frequentemente a antigas preposições e advérbios latinos e gregos; tem um conteúdo semântico menos gramatical (e concomitantemente mais facilmente perceptível) do que o sufixo, levando por vezes a situações em que é difícil distinguir entre prefixos e elementos de composição. (p. 30 e 31)

Observemos que as autoras também mencionam a mesma dificuldade apontada por Cunha e Cintra (2001) explicitada anteriormente.

³² A primeira edição é de 1990.

Correia e Lemos (2005) afirmam, ainda, que “tradicionalmente o prefixo não altera a categoria da base”, embora haja casos em que isso ocorra na língua portuguesa. A propósito, Alves (2007) também aponta essa possibilidade listando uma série de exemplos em que o prefixo muda a classe gramatical da base a que se associa.

Ainda para Correia e Lemos (2005, p. 31), a prefixação pode ser organizada em torno de três eixos semânticos: 1) negação, oposição, privação; 2) localização espaço-temporal; 3) quantificação, intensificação, avaliação.

Para complementar, buscamos o verbete *nano-* em dois importantes dicionários do português, considerados referência no Brasil, são eles: *Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa* e *Novo Dicionário Eletrônico Aurélio versão 5.0*.

Para o primeiro, o prefixo *nano-* é assim definido:

Nano (Prefixo), do SI, simbolizado por n, do gr. nánnos,é,on 'de excessiva pequenez' ou nânos 'anão', adotado na 11ª Conferência Geral de Pesos e Medidas, de 1960 (resolução nº 12), equivalente a um multiplicador 10^{-9} , ou seja, milésimo milionésimo (na nomenclatura tradicional brasileira bilionésimo) da unidade indicada. (HOUAISS e VILLAR, 2001)

Ainda nesse mesmo dicionário, temos como entrada os seguintes lemas iniciados por nano-: nanoampere/nanoampère, nanocefalia, nanocefálico, nanocéfalo, nanocormia, nanocórmico, nanocormo, nanofanerófita, nanofanerofítico, nanofanerófito, nanofarad, nanograma, nano-henry, nanolitro, nanomelia, nanomélico, nanômetro, nanomol, nanoplancto/nanoplâncton, nanossegundo, nanovolt e nanowatt. Desses itens lexicais, verificamos a característica de “excessiva pequenez” (base multiplicada por 10^{-9}) nos seguintes verbetes: nanoampere/nanoampère, nanofarad, nanograma, nano-henry, nanolitro, nanômetro, nanomol, nanossegundo, nanovolt e nanowatt. Logo, para essas entradas, podemos estabelecer uma generalização, qual seja: para todo “nano(-)X”, sendo X uma base lexicalizada antecedida ou não por hífen, temos $X(10^{-9})$ como definição, ou seja, 1 nanomol será 1 mol multiplicado por 1 bilionésimo.

Com relação às demais entradas do dicionário, se observarmos a definição de nano- acima, concluímos que essas unidades não compartilham da generalização feita no parágrafo anterior. Uma nanocormia não se refere a 1 cormo³³ multiplicado por 1 bilionésimo, uma vez que nanocormia é uma “anomalia de desenvolvimento caracterizada por pequenez anormal do tronco humano” (HOUAISS & VILLAR, 2001). Tal fenômeno exemplifica a conclusão a que chegou Cano (1998) após um estudo sobre a prefixação no vocabulário técnico-científico:

A análise mostrou que o valor semântico dos prefixos estudados vai muito além do valor intensificador ou do locativo. Em vários prefixos ocorre um semanticismo mais especializado, só inferido por meio das definições dos dicionários técnicos. (...) nem sempre a soma dos conteúdos constituintes do termo derivado corresponde ao conteúdo do produto, e muitas vezes o prefixo, ao invés de determinar toda a palavra derivada, determina somente um de seus constituintes, ou ainda, uma unidade léxica expressa na definição do termo. (p. 89)

De fato, observa-se o traço semântico “tamanho reduzido” da base prefixada, mas não necessariamente uma redução da ordem de um bilionésimo.

Já no *Dicionário Aurélio*, *nano-* é definido como segue:

nano- (Prefixo), 1. que, anteposto ao nome de uma unidade de medida, indica uma unidade derivada igual a 10^{-9} vezes a primeira: nanômetro. [Símb.: n.] (FERREIRA, 2004)

Nesses verbetes, é possível concluir que tal prefixo acresce ao significado da base uma noção de tamanho reduzido (não necessariamente da ordem de um bilionésimo), encaixando-se, portanto, no terceiro eixo semântico apontado por Correia e Lemos (2005).

3.4 Levantamento de dados a partir do corpus

No contexto do projeto NanoTerm, o GETerm, da Universidade Federal de São Carlos (SP, Brasil), compilou o corpus da N&N, cuja constituição encontra-se descrita no

³³ “substantivo masculino. Rubrica: morfologia botânica. 1) corpo vegetativo das plantas vascularizadas, diferenciado em raiz, caule e folhas; 2) caule subterrâneo bulboso e carnoso, ger. coberto de escamas membranosas, como, p. ex., o do açafraão” (HOUAISS & VILLAR, 2001)

Capítulo IV (seção 4.1). Valendo-nos da ferramenta Unitex,³⁴ foi possível buscar nesse corpus os itens lexicais iniciados pela seqüência “nano”. A busca por unidades léxicas na ferramenta é feita por meio de expressões regulares que, no caso, permitiram uma busca por lexias que respeitassem os seguintes critérios:

1. lexias iniciadas pela seqüência “nano”;
2. lexias não-maiúsculas – numa primeira busca verificamos que os resultados escritos em caixa alta referiam-se a nomes próprios: “A *NANOX* S/A é spin-off da UNESP que produz e desenvolve Materiais Inteligentes.”, “A realização da feira de nanotecnologia em São Paulo (*NANOTEC* 2005) mostra que as empresas já reconhecem e estão otimistas quanto ao desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil.”; “...viabilização da empresa *NANOBRAX*, Soluções MG 8”;
3. lexias não seguidas de espaço, uma vez que, para este trabalho, interessam novas unidades léxicas formadas pela partícula *nano*- seguidas de uma base X.

A sintaxe da expressão para uma busca que atenda aos critérios acima listados ficou dessa forma:

<!MAJ><<^nano[^]>>

O programa gerou, então, uma lista de concordâncias com 18.535 ocorrências de itens lexicais iniciados por “nano” e não-grafados em caixa alta. Ao mesmo tempo em que gera a tela de concordâncias, o programa oferece a lista de frequência de palavras (*tokens*), a qual pode ser ordenada por número de ocorrências ou por ordem alfabética. Apresentamos, a

³⁴ Unitex é um sistema de processamento de corpus, baseado na tecnologia autômato-orientada. É um *software* criado no LADL (Laboratoire d'Automatique Documentaire et Linguistique), sob a direção de Maurice Gross, e que hoje encontra-se sob a direção de Sébastien Paumier, do Institut Gaspard-Monge. Com esta ferramenta, tem-se acesso a recursos eletrônicos, tais como dicionários e gramáticas, os quais podem ser aplicados em determinado corpus. O Unitex permite análises nos níveis da morfologia, do léxico e da sintaxe. O programa pode ser obtido gratuitamente em: www-igm.univ-mlv.fr/~unitex/.

seguir, uma lista dos itens lexicais neológicos levantados (apenas unigramas), com frequência maior ou igual a 10 (um total de 64):

nanotecnologia	2859	nanosensor	38
nanopartícula	1809	nanolitografia	33
nanotubo	1165	nanoeletrônico	27
nanométrico	900	nanocatalisador	23
nanocompósito	837	nanomundo	23
nanoestruturado	724	nanocircuito	22
nanofita	579	nanococoncha	22
nanoestrutura	563	nanocntato	16
nanômetro	489	nanocristalização	15
nanociência	395	nanodureza	15
nanoesfera	338	nanoeemulsão	15
nanocristalino	320	nanoespiral	15
nanomaterial	274	nanogrão	15
nanofio	272	nanofilme	14
nanoescala	238	nanomanipulação	14
nanocápsula	199	nanocarro	13
nanotecnológico	151	nanoeencapsulado	13
nanocristal	137	nanoióma	13
nanodispositivo	111	nanomecânico	13
nanobiotecnologia	108	nanoforum	12
nanofibra	100	nanoeengenharia	11
nanoscópico	94	nanoeimpressão	11
nanoplâncton	87	nanoeindentação	11
nanorrobô	82	nanoeagnetismo	11
nanoporo	80	nanox	11
nanoeletrônica	79	nanoeanel	10
nanossistema	74	nanoeinto	10
nanofabricação	68	nanofármaco	10
nanoparticulado	47	nanoeomotor	10
nanodiamante	43	nanoeoporoso	10
nanomáquina	41	nanopós	10
nanocomposto	38	nanoeoscopia	10

Tabela 3 – Unigramas com frequência maior ou igual a 10

Observemos um contexto do termo “nanopartícula”, de alta frequência no *cópus*: “As nanopartículas são nanoeestruturas com morfologia aproximadamente esférica, sendo que todas suas dimensões se encontram na faixa de alguns nanômetros, i.e. podem ser consideradas como estruturas de dimensão aproximadamente zero”. Trata-se, portanto, de um objeto que, em N&N, possui propriedades dimensionais extremamente reduzidas,

“aproximadamente zero”, o que o enquadra na definição do prefixo *nano-* dada pelos dicionários já citados.

Por outro lado, termos como “nanoeletrônica” e “nanoengenharia” não tratam de objetos materiais cujas dimensões podem ser reduzidas em escala nanométrica, mas de campos de aplicação conforme podemos observar nos contextos: “A nanoeletrônica, um dos mais promissores campos de aplicação das nanotecnologias, enfrenta desafios particulares em relação ao seu desenvolvimento” e “Ciências dos materiais, bioengenharia e engenharia elétrica, estão todas, rapidamente, tornando-se componentes de uma superdisciplina: a nanoengenharia”.

Observamos, pois, a grande produtividade do prefixo *nano-* no *cópus* da N&N. Um aspecto curioso que podemos apontar é o índice de modernidade atribuído a uma *lexia* quando esta vem precedida desse prefixo, como se o pesquisador preferisse *nanoengenharia* a simplesmente *engenharia*. Sobretudo nos dias de hoje, em que a grande maioria das pesquisas já é desenvolvida em escala nanométrica, não é necessário explicitar em todas as *lexias* o prefixo *nano-*. Isso quer dizer que a utilização desse prefixo garante o estatuto de modernidade à tecnologia que está sendo empregada. Fenômeno semelhante ocorreu no português do Brasil com os prefixos *eco-* (ecoturismo, ecossistema, eco-escola, eco-aventura etc.) e *bio-* (biocombustível, biodiesel, biodiversidade, biopropaganda, bio-soluções etc.).

Outro aspecto que podemos apontar é a autonomia que passa a ter o prefixo *nano-* em contextos em que esse prefixo exerce a função de adjetivo ou de substantivo. Observemos as ocorrências no *cópus*, em formato de concordâncias, conforme reproduzido no Quadro 3:

...demanda <u>nano</u> por Região...
...para os novos profissionais na área <u>nano</u> ...
Produtos que utilizam a tecnologia <u>nano</u> nem sempre trazem essa informação ao consumidor...
consiste em miniaturizar para a escala <u>nano</u> a partir da escala micro...
...se relacionam ao programa <u>Nano</u> do LNLs...
...as tecnologias dos sistemas micro e <u>nano</u> requerem confiabilidade muito alta...
...uma matriz das principais partículas <u>nano</u> em uso na composição com fibras têxteis...
...meia dúzia de magos possa criar a " <u>nano</u> " no Brasil...
...geração de 5 milhões de empregos em " <u>nano</u> " nos próximos cinco anos...
...uma vez que a <u>nano</u> consiste em manipulação atômica...

Quadro 3 – Ocorrências do prefixo *nano-* em função de adjetivo ou substantivo

Na observação das lexias prefixadas evidenciadas pelo Unitex, é possível concluir que *nano-* pode carregar também outros sentidos além daqueles representados pelo prefixo. Embora com frequência inferior a 10, encontramos itens lexicais como “nanocoisas”, “nanoapetrecho”, “nanoassuntos” e “nanopreocupações”, comprovando a extensão de sentido da partícula *nano-*, uma vez que essas palavras possuem um caráter geral amplo e pertencem ao léxico comum, não sendo, portanto, termos. O que, a propósito, é uma consequência de se incluir no corpus textos do gênero informativo. Observemos como essas lexias ocorrem no corpus, evidenciadas pelo concordanciador do Unitex, no Quadro 4:

um artigo e três revisões, todos sobre nanocoisas. Desnecessário dizer qual foi o tema da capa físico já andou tentando montar algumas nanocoisas. "Trabalhamos um pouco com a montagem de apa ando", sinalizando a deficiência. Outro nanoapetrecho é um dispositivo que acusa a presença de nanoestruturados) e da agricultura. Os nanoassuntos estão na boca de toda a comunidade científica e Nanopreocupações Nanovitórias e Nanopreocupações Há aproximadamente quatro anos, em set 2004,.X} {Científico,.X} Nanovitórias e Nanopreocupações Nanovitórias e Nanopreocupações Há apr o barco à vela ou do judô. São essas as nanopreocupações. {Nanovitórias e Nanopreocupações,.X}

Quadro 4 – Palavras prefixadas por *nano-* que não correspondem a termos

Os exemplos dados acima poderiam ser parafraseados por “X relativo/a(s) à Nanotecnologia”, sendo X a base da lexia prefixada. Assim, para “nanocoisas” poder-se-ia dizer “coisas relativas à Nanotecnologia”; para “nanoapetrecho”, “apetrecho relativo à Nanotecnologia”; e para “nanopreocupações”, “preocupações relativas à Nanotecnologia”. Nesse caso, *nano-* representaria uma forma reduzida para “Nanotecnologia” que se junta a substantivos ou adjetivos. Esse fenômeno da redução, segundo Alves (2007), recebe o nome de truncação. Para Correia e Lemos (2005), o mesmo fenômeno pode ser chamado de truncação ou abreviação vocabular. Observemos as definições das autoras: “[A truncação] constitui um tipo de abreviação em que uma parte da sequência lexical, geralmente a final, é eliminada.” (ALVES, 2007, p. 68) e “Trata-se do processo pelo qual a forma de uma palavra se reduz, tornando essa unidade mais facilmente memorizável e utilizável.” (CORREIA e LEMOS, 2005, p. 44).

Fenômeno semelhante ocorre nos neologismos “nanopesquisadores” e “nanoengenheiros”. Trata-se de “pesquisadores” e “engenheiros” que atuam na área de N&N e não de “pesquisadores” e “engenheiros” de medidas nanométricas. O que percebemos é que nesses casos há dois processos sequenciais envolvidos, primeiro a truncção, depois a junção dessa forma reduzida a uma base autônoma, constituindo, portanto, um processo de composição.

Assim, para as 64 unidades lexicais apresentadas na Tabela 3, com frequência no corpus igual ou superior a 10, observam-se:

→ Substantivos (54 itens):

- Itens lexicais que se referem a materiais com dimensões em escala nanométrica (inferior à bilionésima parte do metro): “nanopartícula”, “nanotubo”, “nanofita”, “nanoestrutura”, “nanomaterial”, “nanofio”, “nanocápsula”, “nanocristal”, “nanofibra”, “nanoporo”, “nanodiamante”, “nanocompósito”, “nanodispositivo”, “nanorrobô”, “nanossistema”, “nanocomposto”, “nanocatalisador”, “nanocircuito”, “nanoconcha”, “nanoemulsão”, “nanoespiral”, “nanogrão”, “nanofilme”, “nanocarro”, “nanoímã”, “nanoanel”, “nanocinto”, “nanofármaco”, “nanomotor”, “nanopó”, “nanômetro”, “nanoescala”, “nanomáquina”, “nanosensor”, “nanoesfera” (35 itens);
- Itens lexicais que se referem a processos de fabricação de materiais com dimensões em escala nanométrica: “naolitografia”, “nanocristalização”, “nanoindentação”, “nanoscopia”, “nanocontato”, “nanoimpressão” (6 itens);
- Itens lexicais que se referem a materiais de dimensões reduzidas, mas não inferiores a bilionésima parte do metro: “nanoplâncton” (1 item);
- Itens lexicais resultantes dos processos de truncção e composição: “nanofabricação”, “nanomundo”, “nanodureza”, “nanomanipulação”, “nanotecnologia”, “nanociência”, “nanoengenharia”, “nanoeletrônica”, “nanobiotecnologia”, “nanomagnetismo” (10 itens);
- Nomes próprios: “nanoforum”, “nanox” (2 itens);

→ Adjetivos (10 itens): “nanométrico”, “nanoestruturado”, “nanocristalino”, “nanotecnológico”, “nanoscópico”, “nanoparticulado”, “nanoeletrônico”, “nanoencapsulado”, “nanomecânico”, “nanoporoso”.

No que diz respeito aos léxicos especializados, as criações lexicais mostram-se freqüentes e de tipologias distintas. Os objetivos comunicativos requerem novos termos na medida em que o conhecimento de uma dada área é constituído e propagado. No que se refere ao domínio da N&N, apresentamos aqui o processo de formação lexical por derivação prefixal bem como a ocorrência de termos formados pelos processos de truncação seguido de composição.

A produtividade lexical no domínio investigado mostra-se particularmente rica no que diz respeito a lexias iniciadas pela partícula *nano-*. Os neologismos formados podem evidenciar outros sentidos além daqueles originais expressos pela partícula *nano-*, como pudemos observar nos casos de truncação/composição discutidos.

Constatamos, também, que a utilização de uma ferramenta computacional para o processamento e manipulação de textos é imprescindível nas pesquisas baseadas em *córpus*. A identificação de neologismos por meio da ferramenta Unitex mostrou-se eficiente por dois motivos: primeiro, porque o sistema faz uso de um léxico do português do Brasil (MUNIZ, 2004) que facilita a visualização daquelas lexias ausentes em sua base lexical, as quais podem constituir-se em neologismos ou candidatos a termos, ou ambos; segundo, porque esse léxico presente no Unitex é rico em informações morfológicas, que apontam não só as classes de palavras (substantivo, adjetivo, verbo etc.) mas também seus atributos (gênero e número para a categoria dos nomes e modo, tempo, número e pessoa para a categoria dos verbos), o que permite a elaboração de sintaxes de buscas mais elaboradas, como podemos observar no próximo capítulo.

A importância de caracterizar um léxico, sobretudo quando este se trata de um léxico especializado, e dos processos envolvidos na sua formação estão diretamente ligados ao entendimento necessário para descrevê-lo.

CAPÍTULO IV

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa ontológica baseada em *córpus* tem ganhado cada vez mais espaço na medida que o delineamento não-arbitrário de um conhecimento demanda uma fonte de dados fiável e representativa. Neste capítulo, descrevemos a constituição do *córpus* da N&N, bem como dos métodos utilizados para extração dos termos que ali figuram e do processo sistêmico para o levantamento de classes, subclasses e relações semânticas do campo de especialidade em questão. A fim de garantir a coerência hierárquica comportada em uma ontologia, bem como das relações semânticas que se encontram entre as classes, é imprescindível a observação do termo em contexto. Verificadas as suas propriedades, pertinência e relevância ao tema, esse passará a fazer parte da ontologia tornando-se assim uma unidade ontológica, um termo ontológico, uma unidade léxico-ontológica, conforme nomenclatura de Zavaglia (2006), ou simplesmente uma classe.

4.1 A constituição do *córpus* da N&N

Composto por textos de diferentes gêneros (tratados mais adiante), o *córpus* da N&N foi compilado pelo GETerm e envolveu etapas bem definidas, quais sejam: (i) levantamento de palavras-chave relevantes para o domínio da N&N para busca em bases de dados científicas e motores de busca; (ii) utilizando tais palavras-chave, recuperação do maior número de textos relacionados à área, em língua portuguesa do Brasil; (iii) para textos do gênero acadêmico realizou-se um levantamento de dissertações e teses relacionadas ao campo de especialidade em questão – um ofício foi enviado a pesquisadores solicitando a disponibilização de seus textos para composição do *córpus*; (iv) para os materiais impressos,

utilizou-se a técnica de escaneamento de textos e posterior tratamento OCR³⁵ com o programa ABBYY FineReader.

A construção desse corpus foi feita com o auxílio da Web, principalmente do mecanismo de busca do *site* Google, por meio da digitação das seguintes palavras-chave: “nanociência”, “nanotecnologia” e “genômica”. Esperou-se com essas palavras obter fontes diversas contendo diferentes gêneros textuais. A etapa seguinte tratou da manipulação do corpus obtido, ou seja, da conversão dos arquivos em formato “*doc*”, “*html*” e “*pdf*” para “*txt*”, com anotação e formatação, tornando o corpus manipulável por diversas ferramentas de PLN, tais como o extrator automático de termos (etapa descrita em seção adiante), contador de frequência do número de ocorrências de cada palavra no corpus e concordanciador. A conversão dos textos foi feita automaticamente pelo programa *xpdf*.³⁶

Após a conversão de todos os textos selecionados para o corpus para o formato *txt*, eles precisaram ser nomeados, seguindo determinado padrão, para que pudessem ser facilmente recuperados no futuro. Por isso, os arquivos passaram pelo *Editor de Cabeçalhos*.³⁷ Esse editor gera de forma semi-automática para cada texto um cabeçalho que contém os seguintes campos: título, subtítulo, fonte, editor, local de publicação, data, status (se o texto é uma tradução ou original da língua escolhida para o trabalho), comentários (informações extras sobre o texto), autoria, tipo de autoria, sexo do autor, gênero textual, tipo de texto e meio de distribuição. O editor é semi-automático, pois cada campo é preenchido

³⁵ *Optical Character Recognition*. Tal técnica compreende a utilização de um programa capaz de ler a imagem gerada pela *scanner*, transformando-a em texto tratável por processadores e editores de texto.

³⁶ O programa utilizado é uma versão adaptada do original *xpdf*. Nessa versão, os textos são convertidos em *txt* e também são pós-processados, ficando devidamente limpos e prontos para a utilização. Disponível em: <<http://www.foolabs.com/xpdf/download.html>>. Acesso em 13 de novembro de 2008.

³⁷ Programa desenvolvido para o projeto Lácio-Web (LW). Esse projeto tem como objetivo disponibilizar a) vários corpus do português brasileiro escrito contemporâneo, representando bancos de textos adequadamente compilados, catalogados e codificados em um padrão que possibilite fácil intercâmbio, navegação e análise; e b) ferramentas linguístico-computacionais, tais como contadores de frequência, concordanciadores e etiquetadores morfossintáticos. O público-alvo do LW é heterogêneo: de um lado linguistas, cientistas da computação, lexicógrafos, e etc. e, de outro, não especialistas em geral. O editor de cabeçalhos está disponível em: <<http://www.nilc.icmc.usp.br/lacioweb/downloads.htm>>. Acesso em 13 de novembro de 2008.

pelo próprio pesquisador. Após digitar as informações em cada campo, tem-se a opção de salvar o arquivo, gerando automaticamente um nome para o arquivo com as siglas referentes a cada campo. A figura abaixo ilustra um cabeçalho gerado pelo programa em um dos arquivos do corpus:



Figura 3 – Cabeçalho gerado pelo Editor de Cabeçalhos do Projeto Lácio-Web

Ao final do processo compilatório, obteve-se um corpus constituído por 2.565.790 palavras (1057 textos, extraídos de 57 fontes diferentes), divididas entre os seguintes gêneros:

- Científico: composto por textos extraídos de revistas científicas, do Banco de Teses Capes, doadas por CD-ROM, entre outras fontes;
- Informativo: constituídos por jornais, revistas, portais, entre outros;
- Científico de Divulgação: constituído por documentos extraídos de sites especializados, revistas, da Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa (FUNDEP), entre outros;

- Técnico-Administrativo: textos retirados do portal do Ministério da Ciência e da Tecnologia;
- Outros: formado por textos presentes em slides de apresentações, prospectos de empresas e institutos de pesquisas e demais documentos avulsos obtidos em feiras e congressos da área.

A Tabela 4 apresenta a quantidade de palavras distribuída em cada gênero que compõe o corpus.

gêneros	extensão do corpus
Científico	1.846.763
Informativo	361.607
Científico de divulgação	310.018
Técnico-administrativo	26.877
Outros	20.525

Tabela 4 – Número de ocorrências no corpus por gênero

O Gráfico 1 ilustra, em termos quantitativos, a extensão do corpus por gênero.

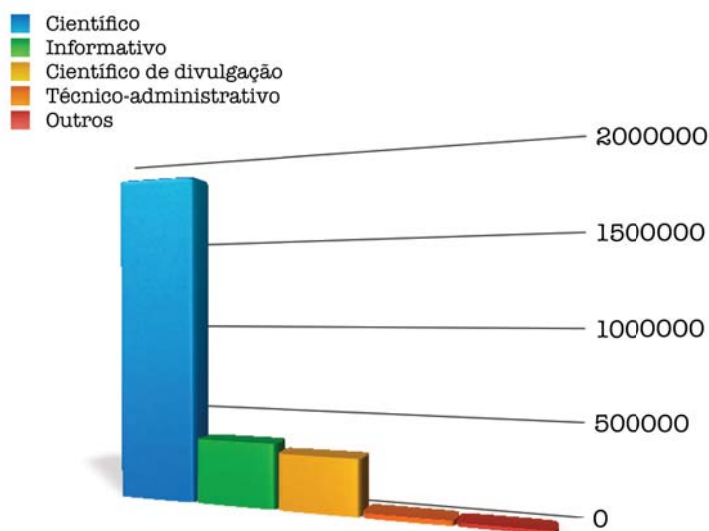


Gráfico 1 – Extensão do corpus por gênero

4.2 Extração automática de termos

Na sequência, procedeu-se a uma extração automática dos candidatos a termos, utilizando-se o pacote NSP – *N-gram Statistics Package* (BANERJEE e PEDERSEN, 2003).

Por meio do pacote NSP foi possível gerar listas de *unigramas*, *bigramas*, *trigramas* e *tetragramas*, que correspondem a termos compostos por uma, duas, três ou quatro unidades, respectivamente. As listas geradas pelo pacote NSP necessitam passar por uma limpeza manual, uma vez que, muito do que se obtém não é necessariamente um termo (ver Tabela 7).

O Quadro 5 apresenta uma parte da lista de *trigramas* gerada pelo NSP. Como é possível observar, muitos candidatos não correspondem a termos. Em vários casos, o candidato inicia-se por preposição (“em”, “de”), artigo (“a”, “um”) ou pronome relativo (“que”).

```
CIENTÍFICO<>E<>TECNOLÓGICO<>38 46 1975 80 38 38 38
A<>POSSIBILIDADE<>DE<>38 3104 38 8247 38 1438 38
NAS<>ÁREAS<>DE<>38 62 124 8247 44 42 88
DE<>TECNOLOGIA<>DE<>38 5750 428 8247 99 1193 136
DE<>FORÇA<>ATÔMICA<>38 5750 57 47 38 38 38
AO<>MESMO<>TEMPO<>37 169 37 59 37 37 37
O<>PROCESSO<>DE<>36 1852 134 8247 47 873 114
DE<>MATERIAIS<>E<>36 5750 230 2153 139 846 69
QUE<>A<>NANOTECNOLOGIA<>36 510 1394 858 178 41 113
FIO<>DE<>CABELO<>36 36 5633 36 36 36 36
ACORDO<>COM<>O<>36 69 294 529 69 36 87
A<>MAIORIA<>DOS<>36 3104 56 182 56 63 36
UM<>FIO<>DE<>36 579 36 8247 36 355 36
TODO<>O<>MUNDO<>36 51 872 78 47 36 60
DOS<>ESTADOS<>UNIDOS<>35 236 109 103 35 35 103
DE<>NOVOS<>MATERIAIS<>34 5750 119 256 83 34 60
NACIONAL<>DE<>DESENVOLVIMENTO<>34 133 5633 515 133 34 95
A<>CONSTRUÇÃO<>DE<>34 3104 51 8247 47 1438 34
NA<>FAIXA<>DE<>34 623 45 8247 40 356 34
GRUPOS<>DE<>PESQUISA<>34 34 5633 482 34 34 400
DE<>DESENVOLVIMENTO<>DE<>33 5750 722 8247 138 1193 311
UM<>SISTEMA<>DE<>33 579 97 8247 33 355 71
AGÊNCIA<>FAPESP<>-<>33 48 37 150 37 33 33
DE<>PRODUTOS<>E<>33 5750 140 2153 71 846 71
DESENVOLVIMENTO<>CIENTÍFICO<>E<>33 429 46 2153 33 57 38
EM<>QUE<>A<>32 1288 320 1604 32 97 228
EM<>TORNO<>DE<>32 1288 42 8247 42 306 32
EMBRAPA<>INSTRUMENTAÇÃO<>AGROPECUÁRIA<>32 59 32 53 32 32 32
```

Quadro 5 – Exemplo da lista de *trigramas* gerada pelo pacote NSP

Uma vez feita a extração e limpeza das listas geradas, estas foram submetidas à análise do especialista da área que validou os termos e sua pertinência ao domínio em

questão. O especialista responsável por este trabalho foi o Prof. Dr. Osvaldo Novais de Oliveira Junior do Instituto de Física da USP de São Carlos. Foi realizado também um corte de frequência, determinado pela extensão do corpus, conforme a tabela abaixo:

gêneros	corte de frequência
Científico	18
Informativo	4
Científico de divulgação	3
Técnico-administrativo	1
Outros	1

Tabela 5 – Corte de frequência por gênero

Com isso, para o gênero “científico”, por exemplo, termos que ocorreram em um valor menor do que dezoito vezes foram desconsiderados – contudo, um termo ainda pode constar na lista se este ocorreu em outro gênero com uma frequência maior do que o valor estabelecido para corte naquele gênero.

O estabelecimento desses valores de corte é de difícil sistematização na literatura e não há consenso sobre um valor de corte. Como observado em Martins *et al.* (2003, p. 5), Luhn (1958 *apud* MARTINS, 2003, p.5) utiliza-se da chamada Lei de Zipf para determinar a relevância de uma palavra, em textos em língua natural, a partir do critério de frequência. As palavras irão determinar uma curva em um gráfico (a chamada “curva de Zipf”) para a qual determinam-se dois pontos de corte: um superior que indicará palavras muito frequentes, mas comuns como preposições, conjunções e artigos; outro inferior, abaixo do qual estarão palavras pouco usadas e sem representatividade no documento.³⁸ Entretanto, os autores

³⁸ Uma definição para os cortes de Luhn pode ser encontrada em Matsubara e Monard (2004, p. 8): “palavras que aparecem muitas vezes nos documentos, normalmente, são pouco representativas. O mesmo ocorre com termos que aparecem poucas vezes. Luhn propôs uma técnica para encontrar termos relevantes, assumindo que os termos mais significativos para discriminar o conteúdo do documento estão em um pico imaginário posicionado no meio dos dois pontos de corte. Assim, os cortes de Luhn consistem em definir pontos de máximo e mínimo para excluir os termos que estejam fora desse intervalo”

afirmam que “uma certa arbitrariedade está envolvida na determinação dos pontos de corte, bem como na curva imaginária, os quais são estabelecidos por tentativa e erro” (MARTINS *et al.*, 2003, p. 5).

Em nosso caso, para obtenção do valor de corte, baseamo-nos num valor obtido a partir da extensão do *corpus*: para os gêneros com mais de cem mil ocorrências de palavras excluíram-se as dezenas, centenas, milhares, dezenas de milhares e centenas de milhares, tomando o valor restante como corte para a frequência, havendo aproximação para um valor absoluto quando necessário. A tabela abaixo é uma junção das duas tabelas anteriores (Tabelas 4 e 5) e demonstra, por meio do tachado, a definição do valor de corte:

gêneros	tamanho do <i>corpus</i>	Corte de frequência
Científico	1.846.763	18
Informativo	361.607	4
Científico de divulgação	310.018	3
Técnico-administrativo	26.877	1
Outros	20.525	1

Tabela 6 – Definição do valor de corte de frequência

Para extensão de *corpus* menor que cem mil ocorrências de palavras – caso dos gêneros “técnico-administrativo” e “outros” – o valor estabelecido foi de uma ocorrência, o *hapax legomena*.

Os números de candidatos a termos obtidos imediatamente após a utilização do NSP são muito díspares em relação ao número de termos validados pelo especialista e os que, de fato, figuram na lista final de termos, conforme a Tabela 7:

	Número de candidatos do NSP	Número final de termos
unigramas	1.081.552	1.795 (0,16%)
bigramas	314.194	587 (0,18%)
trigramas	579.491	591 (1,01%)
tetragramas	123.760	152 (1,22%)
Total	2.098.997	3.125 (0,14%)

Tabela 7 – Número de candidatos a termos e número final de termos

É possível afirmar que, geralmente, quanto maior o número de unidades que compõe o termo, maior o número de candidatos que são, efetivamente, termos. Isso porque o pacote NSP não utiliza nenhuma medida de associação para unigramas, apenas a medida de frequência. Nos demais casos, o pacote disponibiliza medidas de Informação Mútua, *log-likelihood* e Coeficiente *Dice*,³⁹ entre outras que otimizam os resultados.

Ao final desse processo, geraram-se listas no formato xls (MicrosoftTM Excel[®]), divididas de acordo com o número de unidades que compõem o termo (Figura 4). Além do termo, figuram na lista a frequência e a(s) tipologia(s) de texto(s) em que o termo ocorre.

³⁹ Estas medidas estão descritas em Banerjee e Pedersen (2003) e Teline (2004).

	A	B	C	E	F	G	H
	TERMS	FREQUÊNCIA (número de vezes que o termo ocorre)	TIPO DE TEXTO				
1							
2	ABSORÇÃO DE RAIOS X	1	TA				
3	ACETATO DE CELULOSE	4	OU				
4	AÇO INOXIDÁVEL DUPLEX	22	CI				
5	AEROSOL EM CHAMA	34	CI				
6	ALARGAMENTO DO PICO	21	CI				
7	ALGINATO DE SÓDIO	6	OU				
8	ALTA RESOLUÇÃO ESPACIAL	22	CI				
9	ALTURA DO PICO	20	CI				
10	ANALISADOR DE ESPECTRO	29	CI				
11	ANALISADOR DE REDE	21	CI				
12	ANÁLISE TÉRMICA DIFERENCIAL	28	CI				
13	ÁREA SUPERFICIAL ESPECÍFICA	111	CI				
14	ARMAZENAGEM DE HIDROGÊNIO	105	CI-CD				
15	ARSENITO DE GÁLIO	3	CD				
16	BANDA DE CONDUÇÃO	118	CI-CD				
17	BANDA DE CONVERSÃO	24	CI				
18	BANDA DE ENERGIA	19	CI				
19	BANDA DE VALÊNCIA	73	CI-CD				
20	BARREIRA DE POTENCIAL	96	CI				
21	BATERIA DE LÍTIO	34	CI-TA				
22	BOMBA DE VÁCUO	1	TA				
23	CAMADA DE GAAS	20	CI				
24	CAMADA DE GRAFITE	9	IN				
25	CAMADA DE INGAP	30	CI				
26	CAMADA DE ÓXIDO	53	CI-IN				
27	CAMADAS DE INGAP	19	CI				
28	CÂMARA DE VÁCUO	2	OU				

Figura 4 – Lista de trigramas

A utilização das listas de termos foi constante no desenvolvimento da pesquisa. Em alguns casos, porém, conforme a análise foi avançando, observamos que não se tratavam exatamente de termos ou correspondiam a termos de difícil classificação na ontologia – sobretudo verbos, adjetivos e nomes próprios. Outros estão em duplicidade como “área de superfície específica” (36 ocorrências no corpus) e “área superficial específica” (111 ocorrências), as locuções adjetivas co-ocorrem no corpus com as formas adjetivas equivalentes e podem gerar duplicações na lista de termos. Em alguns casos, há formas concorrentes como “método sol-gel” (62 ocorrências), “processo sol-gel” (53 ocorrências), “reação sol-gel” (8 ocorrências), “rota sol-gel” (5 ocorrências), “técnica sol-gel” (5 ocorrências), além da referência ao método apenas como “sol-gel”, como pode-se observar nas concordâncias do Quadro 6 (obtidas a partir da expressão de busca “sol-gel”):

uns dispositivos EC obtidos pelo método Sol-Gel no INM até 2005:{S} Materiais e configurações, tam
sobre a obtenção de óxidos pelo método sol-gel, o autor considera três tipos diferentes de proces
}A obtenção de filmes finos pelo método sol-gel75,7 , discutido no item 1.1.3 vem sendo largamente
{S}Nanopartículas de Ni(OH)2 por método sol-gel;{S} filmes nanoestruturados de Ni(OH)2 eletroquimi
s das reações de encapsulamento (método sol-gel).{S} As imagens das partículas, daí resultantes, f
andes laboratórios nacionais. {S}Método sol-gel modificado para obtenção de alumina nanoencapsulad
área aponta para o uso de técnicas como sol-gel e deposição de vapor químico (CVD), com o objetivo
geralmente, é obtido por técnicas como sol-gel ou precipitação [2, 3].{S} Mais recentemente, outr
por meio de várias técnicas, tais como sol-gel64-67 , coprecipitação6 , hidrólise de alcóxidos69,
rocessos desse tipo são conhecidos como sol-gel.{S} No caso particular do hidróxido de alumínio, o
posição química líquida, deposição tipo sol-gel [4,7].{S} Segundo Baranauskas et al.[8], o process
ais comum consiste em processos do tipo sol-gel. {S}O óxido de estanho é geralmente preparado pela
mentais para todos os processos do tipo sol-gel, ou a fibras de carbono. 20 {S}Cerca de 50% da inf
dização em altas temperaturas, processo sol-gel, entre outros {S}Nas próximas seções apresenta-se,
um papel em sua adesão. 1. 5 - Processo Sol-Gel {S}O método sol-gel vem sendo bastante utilizado n
..... 18 1. 5 - Processo Sol-Gel.....

Quadro 6 – Parte dos resultados para a busca por "sol-gel" no corpús

No caso acima, tomamos como classe da ontologia o termo mais freqüente.

Outra situação com a qual nos confrontamos foi a presença de candidatos a termos na lista final mas que, por meio das concordâncias, verificamos que o termo real não se limitava ao número de *gramas* a ele atribuído. Foi o caso, por exemplo, de “litografia por feixe” (presente na lista de trigramas) que ocorre no corpús apenas como “litografia por feixe de elétrons”, “litografia por feixe de íons”, “litografia por feixe iônico” ou “litografia por feixe eletrônico”, como observado nas concordâncias do Quadro 7:

como: litografia por feixe de elétrons, litografia por feixe de íons e litografia por raio-x. 143
como litografia por feixe de elétrons, litografia por feixe iônico, impressão de contato e litogr
ante para a porta de transistor CMOS, - litografia por feixe de elétrons (resolução ~100 nm) e cor
tornar essa limitação.{S} Entretanto, a litografia por feixe de elétrons ainda não permite a fabri
ção 3D. {S}O novo processo é baseado na litografia por feixe de elétrons, já largamente utilizada
erentes máscaras. 2.12 Fotolitografia e Litografia por Feixe de Elétrons {S}A fabricação de dispos
ste trabalho propõe o uso da técnica de litografia por feixe de elétrons para gravação das nanoest
matriz PBG vislumbra-se a utilização de litografia por feixe de elétrons e-beam, em especial o equ
matriz PBG vislumbra-se a utilização de litografia por feixe de elétrons e-beam, em especial o equ
FM de contato intermitente de região de litografia por feixe de elétron {S}Legenda:{S} Análise de

Quadro 7 – Alguns resultados para a busca "litografia por feixe"

4.3 Definição de classes e subclasses

Em uma ontologia, a principal relação que se observa é a *formal*, mais especificamente a relação *é_um, é_uma* (do inglês *is_a*), a qual representa, de maneira objetiva, a herança conceitual de uma classe por sua subclasse. Sendo assim, essa foi a primeira relação que procuramos observar para que a ontologia tivesse uma estrutura

hierárquica primária. O exemplo abaixo apresenta uma estrutura indicando relações *é_uma* entre a classe “microscopia eletrônica” e suas subclasses:

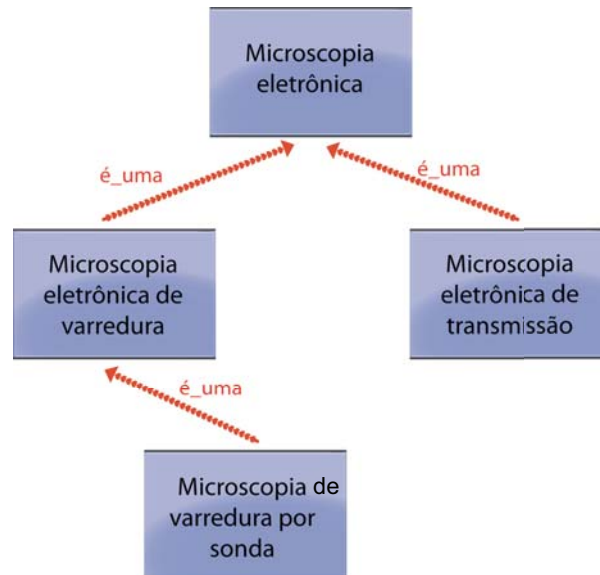


Figura 5 – Classe "microscopia eletrônica" e suas subclasses

No exemplo da Figura 5, “microscopia de varredura por sonda” herda os conceitos de “microscopia eletrônica de varredura” que, por sua vez, herda os conceitos de “microscopia eletrônica”. Para “microscopia eletrônica de transmissão”, esta também herda conceitos de “microscopia eletrônica”, mas possui traços diferenciais em relação a “microscopia eletrônica de varredura”.

A fim de agrupar os termos semanticamente relacionados, baseamo-nos na divisão de subdomínios feita no projeto *Desenvolvimento de uma Estrutura Conceitual (Ontologia) para a Área de Nanociência e Nanotecnologia* (descrito na Introdução deste trabalho), para o qual havia também seis subdomínios principais: 1. “Synthesis, Processing and Fabrication”;⁴⁰ 2. “Materials”;⁴¹ 3. “Properties and Characterization techniques”;⁴² 4. “Machines and

⁴⁰ “Síntese, processamento e fabricação.”

⁴¹ “Materiais.”

⁴² “Propriedades e técnicas de caracterização.”

Devices”;⁴³ 5. “Theories and Computational methods”⁴⁴ e 6. “Applications”.⁴⁵ Nesta pesquisa, a divisão foi realizada da seguinte forma:

1. **Aplicações:** Termos relacionados a campos científicos e usos específicos da N&N;
2. **Equipamentos:** Dispositivos utilizados na síntese, processamento e construção de nanomateriais;
3. **Materiais:** Matéria utilizada para a confecção de nanomateriais, os nanomateriais propriamente ditos ou foco de atuação de materiais nanoestruturados;
4. **Métodos e técnicas:** Processos envolvidos na manipulação de nanomateriais;
5. **Propriedades:** Características diversas intrínsecas aos materiais;
6. **Teorias:** Teorias que confluem na manipulação de materiais em nanoescala.

Assim, a classe “microscopia eletrônica”, ilustrada acima, faz parte do subdomínio *Métodos e técnicas*.

A nova nomenclatura na divisão foi feita visando facilitar o agrupamento de conceitos, além de deixar mais claro do que cada subdomínio trata. Como abarcar em um mesmo subdomínio propriedades e técnicas de caracterização? Pareceu-nos que técnicas possuem mais afinidade semântica com métodos de processamento e fabricação, uma vez que, em ambos os casos, trata-se de processos envolvidos na composição/manipulação dos nanomateriais. E ainda, “Equipamentos” engloba tanto o conceito de “máquinas” quanto o de “dispositivos” utilizados em N&N.

Ademais, a taxonomia em inglês da N&N (desenvolvida no âmbito do projeto acima citado) não corresponde propriamente a uma ontologia formalizada: alguns conceitos

⁴³ “Máquinas e dispositivos.”

⁴⁴ “Teorias e métodos computacionais.”

⁴⁵ “Aplicações.”

encontram-se agrupados em uma mesma classe, como é o caso de “Óxidos e sais”, mas não se pode afirmar que as suas subclasses serão, todas elas, um óxido e ao mesmo tempo um sal.

Contextos de onde extraímos os termos encontram-se reproduzidos no Anexo IV e dão uma idéia de trechos que podem auxiliar no delineamento da ontologia.

4.4 Levantamento de relações semânticas

Essa etapa consiste na definição de relações semânticas, segundo a Estrutura *Qualia* de James Pustejovsky (tratada no Capítulo 2). Muitas das relações semânticas foram sendo delineadas concomitantemente ao processo de definição de classes e subclasses, uma vez que a observação dos contextos trazidos pelo processador de corpus já evidenciavam tais relações. Contudo, uma forma semi-automática que pudesse destacar tais relações seria útil e proveitosa, na medida em que essas são formadas, em geral, por expressões regulares. Para relações do tipo *Constitutivo*, observamos expressões como *é feito(a) de*, *é constituído(a) de/por*, *tem/têm como parte*, *é composto(a) de/por*, entre outras. Para as relações *Formal*, levantamos diversos termos a partir do subdomínio a qual pertencem por meio de expressões de busca do tipo *é um equipamento*, *é um material*, *é uma aplicação* e assim sucessivamente para cada subdomínio eleito e elencados no final da seção anterior.

A fim de facilitar tal trabalho, utilizamos o recurso de *grafos* da ferramenta Unitex, por meio do qual foi possível descrever um conjunto de regras recursivas de busca permitindo um levantamento semi-automático de expressões que pudessem indicar relações semânticas nos quatros tipos descritos pela Estrutura *Qualia*. A avaliação da eficácia do método, comparada ao número de resultados obtidos, pode, a princípio, parecer insatisfatória uma vez que muito do que obtivemos como *output* da ferramenta não foi utilizado; contudo, resultados que efetivamente foram aplicados à ontologia, após nossa análise, não teriam sido facilmente detectados, em uma busca manual, em um corpus de mais de dois milhões de palavras.

A Figura 6 apresenta o *grafo* utilizado para as buscas por relações do tipo *Formal*:

Embora não esteja ainda prevista uma classe para cores na ontologia, a Estrutura *Qualia* prevê a inclusão da cor como relação *Formal*.

Para (3), obtivemos resultados como os exemplificados no Quadro 9.

tado com raios X de energia conhecida e é medida a energia cinética de elétrons característicos produzi	tromagnético.{S} A absorbância do filme é medida a cada camada depositada e é diretamente relacionada c
ontada uma ponteira (ou agulha), em que é medida a força entre a amostra e a agulha. {S}Figura 6.4 - Pr	tempo de revelação.{S} Após a revelação é medida a espessura remanescente do filme, ou seja, a espessur
pio de funcionamento, neste microscópio é medida a força da interação entre os átomos da ponta de prova	.{S} Essa mudança na função de trabalho é medida com um CCFET ou ISFET que é organizado à distância de
.{S} Essa mudança na função de trabalho é medida com um CCFET ou ISFET que é organizado à distância de	.{S} Essa mudança na função de trabalho é medida com um CCFET ou ISFET que é organizado à distância de
ções, suspensões ou pó, cuja eficiência é medida em unidades que expressam dose-atividade.{S} Por exemp	ncia e um material de referência inerte é medida em função da temperatura, enquanto a substância e o ma
sidade. {S}A profundidade h da corrosão é medida em um perfilômetro.{S} A taxa de corrosão é calculada	de ligamento on, que, nessas condições, é medido de 10% do valor final da potência óptica de saída até
notecnologia (equipamentos cujo tamanho é medido em nanômetros, ou milionésimos de milímetro, e que pod	da equação 2.4:{S} Onde o potencial E_v é medido em referência ao eletrodo padrão de hidrogênio, E_{ref} é

Quadro 9 – Expressões que apontam métodos de medidas

Por meio de (4), foi possível chegar a termos ausentes até então na ontologia, as concordâncias para esta busca encontram-se parcialmente transcritas no Quadro 10:

eja realmente na superfície do material é a aplicação de um "coating" (recobrimento) do aditivo recobri	] {S}O objetivo desta etapa do processo é a aplicação de um filme uniforme de fotorresiste sobre o subs
létrica. {S}A constante dielétrica (k') é a propriedade determinante da capacitância do circuito, sendo	James (2005) a resistência ao glifosato é a propriedade mais freqüente nestes cultivos, presente em 72%
izadas no projeto.{S} A fonte principal é a Teoria do Controle Ótimo, que aborda entre outros fatores,	izadas no projeto.{S} A fonte principal é a Teoria do Controle Ótimo, que aborda entre outros fatores,
droga, que teve sua fórmula patenteada, é material de estudo do doutorando Raul Ribeiro, orientado pela	ndutores.{S} A hidroxiapatita sintética é material inorgânico composto por fosfato de cálcio que tem si
a dimensão atômica.{S} O sistema de MBE é um equipamento sofisticado.{S} Equipamentos mais versáteis po	rredura por tunelamento (STM).{S} O STM é um equipamento sofisticado e de uso dedicado, permitindo um o
rredura por tunelamento (STM).{S} O STM é um equipamento sofisticado e de uso dedicado, permitindo um o	pa 2: {S} O precipitador eletrostático é um equipamento apto para a remoção de nanopartículas, obtendo
.B.3.{S} Perfilômetro {S}O perfilômetro é um equipamento de medida mecânica de perfis ou topologia de f	ubstrato de silício. {S}Metalização:{S} É um método de deposição de um filme de metal que pode ser feit
am que o método de redução carbotérmica é um método viável para o crescimento de nanoestruturas unidime	lhos demonstrando que a moagem mecânica é um método eficiente de obtenção de espinélio LiMn_2O (KOSOVA
rabalhos demonstram que moagem mecânica é um método eficiente para controle das característica morfológ	de CVD [17]. {S}- A Implantação Iônica é um método de modificação superficial no qual um feixe de íons
ipais componentes.{S} Em síntese, a PCA é um método que tem por finalidade básica a redução de dados a	m a carne morta em tecido vivo.{S} Esse é um método para vencer a morte e promover a ressurreição dos s
. "O que mais nos entusiasma é que este é um método modular de montagem que irá nos permitir juntar pra	e o método de redução carbotérmica, que é um método na qual os óxidos são misturados com carbono para p
conhecido por redução carbotérmica, que é um método de simples utilização, mas que não tem sido muito e	Image @2005 AIST. {S}A tecnologia LIBWE é um método de uma etapa para a microfabricação de placa de vid
o por Lift-off [01, 14, 22] {S}Lift-off é um método simples que é muito utilizado na definição de linha	

Quadro 10 – Expressões que apontam para subdomínios

Com as concordâncias do exemplo acima, foram incluídas na ontologia termos como “constante dielétrica”, “perfilômetro” e “redução carbotérmica”.

Para as relações do tipo *Constitutivo*, utilizamos o *grafo* reproduzido na Figura 7:

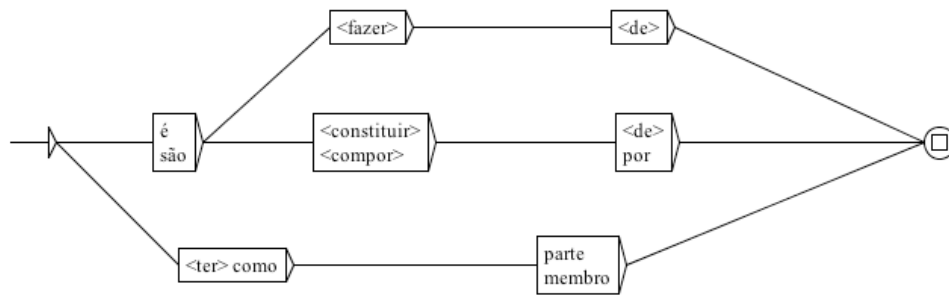


Figura 7 – Grafo para busca de relações do tipo *Constitutivo*

O grafo da Figura 7 permitiu uma busca que retornou 243 resultados e atendeu aos seguintes critérios:

1. “é” ou “são” seguido do verbo “fazer” flexionado em qualquer tempo, modo ou pessoa, seguido da preposição “de”, contraída com artigo ou não, e com flexão de número;
2. “é” ou “são” seguido dos verbos “constituir” ou “compor” flexionados em qualquer tempo, modo ou pessoa, seguidos da preposição “de”, contraída com artigo ou não, e com flexão de número ou da preposição “por”;
3. verbo “ter” flexionado em qualquer tempo, modo ou pessoa, seguido da preposição “como”, seguido das palavras “parte” ou “membro”

Em um primeiro momento, o verbo “fazer” estava na mesma caixa dos verbos “constituir” e “compor”, contudo constatamos que a combinação “fazer” seguida da preposição “por” não apontava para relações constitutivas (como *feito de*), mas para relações do tipo *Agentivo*, como podemos observar nas concordâncias do Quadro 11:

esquisa, assim como a de pesquisadores, é feita por uma quantificação mais abrangente, o número de artigos de uma decomposição da radiação espalhada é feita por meio de grades de difração, enquanto que no espalham substrato. {S}A desidratação da lâmina é feita por evaporação, pelo aquecimento do substrato em uma esdres, enquanto que a avaliação de água é feita por análise química em laboratório e são bastante demoradas, enquanto que a avaliação de água é feita por análise química em laboratório e são bastante demoráveis. {S}A regeneração do nanofilme é feita por aquecimento do material. {S}Também é possível se obter, a avaliação do sabor dos produtos é feita por pessoas especialmente treinadas, que analisam senso gravação, leitura e desgravação do bits é feita por agulhas do tipo usado em microscópios de varredura ssim como de todos os programas do PPA) é feito por meio do sistema de informações gerenciais do Minist 500. {S} O controle da pressão na câmara é feito por um sensor Pirani Balzers modelo TPR250, os fluxos d ntrada/saída especificados. {S} O ajuste é feito por ciclos em que a cada entrada apresentada à rede os ão, menos de 15% do gasto privado total é feito por empresas com menos de 250/300 empregados. {S} O mesm forme. {S}Por isso, as medidas de cores são feitas por meio de métodos espectrais. {S} Neste caso, o equ m tempo e custo elevados, e as análises são feitas por amostragem ao invés de medidas em tempo real. {S rios com alguns nanômetros de diâmetro, são feitos por feixes ("jatos") de elétrons, obtidos de um micr

Quadro 11 – Relação “é/são” <fazer> “por” denota relação *Agentiva*

Exemplos para (1), no qual o verbo “fazer” é o núcleo:

ã no experimento", diz. "A natureza não é feita de bolinhas amarelas na tela do computador." {S} Nanotrazão de extinção sempre que a conversão é feita de menores para maiores comprimentos de onda. {S} A degradação de uma bateria em questão é feita de uma camada de papel embebida em cloreto de cobre (Cu) a parte externa ao aglomerado no sólido é feita de forma aproximada. {S} Ao longo de seu desenvolvimento ível microscópico, a maioria dos metais é feita de minúsculos grânulos ou crisalidas, uma espécie de cristal. {S} O visual não é mais feito de cremes. {S} É feito de máquinas. {S} É só observar bem que você vai ver isso. {S} Empresa (atividades inovativas) {S} P&D É feito de forma contínua ou ocasional? {S} Existe estrutura for ilha de cinco centímetros de diâmetro e é feito de nitreto de gálio-índio. {S} O filme não é fabricado na embalagem de frutas e castanhas. {S} Ele é feito de partículas nanicas de proteínas que formam um filme embalagem de frutas e castanhas. {S} Ele é feito de partículas nanicas de proteínas que formam um filme mais resistente do que o giz, que também é feito de carbonato de cálcio. {S} Cortesia: {S} Dras. {S} Silvia étrica. {S} O último ciclo de reprodução é feito de forma sexuada e resulta nas formas finais do protozoos. {S} Se tudo o que existe no mundo é feito de átomos, imagina ele, seria possível manipulá-los para am. {S} A certeza científica de que tudo é feito de átomos é muito recente. {S} Há apenas cerca de cem anos de cirurgia, mas o fato de saber que tudo é feito de qualquer jeito, de modo atrapalhado. {S} Daí que se e museu britânico. {S} Esse cálice romano é feito de um vidro que parece verde sob luz refletida, mas é v rônica de varredura. {S} Esse transistor é feito de silício, e foi projetado para trabalhar de forma inte em estruturas densas, mas nenhum deles é feito de dois componentes, não se arranjam em estruturas 3D e rata de nada comestível. {S} O nanoarroz é feito de ouro e óxido de ferro. "Em nanoescala, o formato de	
---	--

Quadro 12 – Relações Constitutivas com o verbo “fazer” como núcleo

Em (2), selecionamos dois verbos que denotam constituição: “constituir” e “compor”.

Observamos aqui que as preposições “de” e “por” eram as combinatórias mais recorrentes. Os exemplos seguem no Quadro 13:

o Integrado de {S} Quartzo, LIQC. {S} Ela é composta de uma saída para o sistema de exaustão e tratamento as suas espirais. {S} Essa nova molécula é composta de uma base que consiste em três anéis aromáticos, q a variação de energia livre do sistema é composta de duas partes. {S} A primeira 8 aumenta com a forma 974) e detalhada por Azam et al. (1983) é composta por organismos unicelulares procariontes eucariontes uma membrana de troca de prótons (PEM) é composta por dois eletrodos delgados porosos - um ânodo e um cias (Chinese Academy of Science - CAS) é composta por institutos de pesquisa envolvidos com o desenvolvimento implementar o controle de f . circuito é composto de um bloco de entrada, INPUT, responsável pela ampl rocesso de fabricação deste dispositivo é composto de apenas uma etapa de fotografação. {S} A grande dif tico. {S} Chamado de SPA-Foton, o sensor é composto de um polímero superabsorvedor, da mesma família dos r observado na Figura 2.1, um capacitor é composto de um eletrodo negativo e outro positivo, entre os q prototipação de hardware (tipo {S} FPGA) é composto por um circuito integrado reconfigurável, o mesmo é prototipação de hardware (tipo {S} FPGA) é composto por um circuito integrado reconfigurável, o mesmo é disponível nas formas líquida e em pó, é composto por partículas nano-estruturadas ocas de fosfato de disponível nas formas líquida e em pó, é composto por partículas nano-estruturadas ocas de fosfato de omo meta , atingir a excelência em P&D. É composto por u conjunto de instituições e apresenta um efetiv aixa de frequências de 10 a 240 MHz. {S} É composto por um conjunto de antenas dipolos e por um computad aixa de frequências de 10 a 240 MHz. {S} É composto por um conjunto de antenas dipolos e por um computad , ou seja, que o material de cor branca é composto por nanofitas. {S} Utilizando as imagens de MEV, veri rfície da amostra. {S} O sensor de força é composto por uma sonda fina (100 Å de diâmetro) montada na ex da indústria nacional. {S} Este Programa é composto por ações que visam: a implantação de laboratórios e ência e Tecnologia (MCT). {S} O Programa é composto por um conjunto de ações apoiadas com recursos orçam a pelos chineses há mais de 2 mil anos, é constituída de nanopartículas de carvão suspensas em uma solu ma agulha extremamente fina, cuja ponta é constituída de alguns poucos átomos ou até mesmo de um único um raio , medido à uma temperatura , é constituída de um material com coeficiente de dilatação 1TC 1 m o formato geométrico semi-circular, é constituída de uma reentrância do silício para dentro do film ário se deve à estrutura cristalina que é constituída de estruturas do tipo espinélio e hexagonal e que s normal de operação. {S} A fonte de luz é constituída de uma lâmpada de vapor de mercúrio de 200 W de p nanoestrutura da sílica "as-deposited" é constituída por aglomerados de nanopartículas formando uma re bem determinadas. {S} A hibridização sp³ é constituída por quatro ligações covalentes, send uma combinaç a topografia e propriedades. {S} A sonda é constituída por um conjunto haste-agulha, para os microscópio 160.000 ou 40.000 pontos. {S} O arquivo é constituído de duas partes: o cabeçalho e o corpo. {S} O cabeç } Modelo ebers-moll o transistor bipolar é constituído de um par de junções pn. {S} As correntes de emiss e organizado quando o filme de Langmuir é constituído de um arranjo cristalino monomolecular. {S} Este c a nanométrica (também dita nanoscópica) é constituído por um número relativamente pequeno de átomos; {S} instalações e às pesquisas internas. {S} É constituído por um conjunto de equipamentos que permitem a re	
---	--

Quadro 13 – Relações constitutivas com os verbos “compor” e “constituir”

Em (3), não houve nenhuma ocorrência que atendesse aos critérios de busca especificados.

Para relações semânticas tipo *Agentivo*, o *grafo* da Figura 8 foi utilizado, retornando 699 resultados:

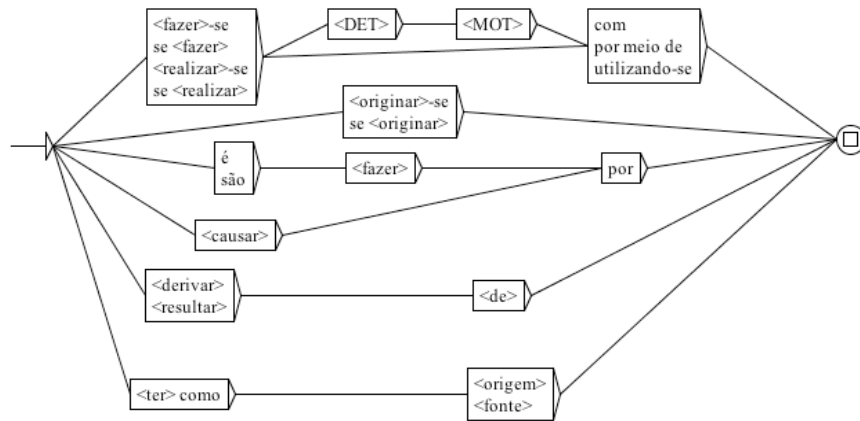


Figura 8 – Grafo para obtenção de relações *Agentivas*

O grafo reproduzido na Figura 8 recuperou, por meio de busca, expressões que atendam aos seguintes critérios (699 ocorrências):

1. verbo “fazer” ou “realizar” flexionados em qualquer tempo, modo ou pessoa, com próclise ou ênclise do pronome “se”, seguido ou não de: um determinante e uma palavra qualquer, seguido pelas preposições ou locuções prepositivas: “com”, “por meio de”, “utilizando-se”;
2. verbo “originar” flexionado em qualquer tempo, modo ou pessoa, com próclise ou ênclise do pronome “se”;
3. verbo “é” ou “são”, seguido do verbo “fazer” flexionado em qualquer tempo, modo ou pessoa, seguido da preposição “por”;
4. verbo “causar” flexionado em qualquer tempo, modo ou pessoa, seguido da preposição “por”;
5. verbos “derivar” e “resultar” flexionados em qualquer tempo, modo ou pessoa, seguido da preposição “de”, contraída com artigo ou não;
6. verbo “ter” flexionado em qualquer tempo, modo ou pessoa, seguido da preposição “como”, seguido do substantivo “origem” ou “fonte”, flexionados em número ou não.

A inclusão de uma palavra qualquer intercalada na expressão de busca em (1) deu-se devido à incidência de frases como as que se apresentam no Quadro 14:

até ebulição, durante 10 minutos;{S} 4- Faz-se a lavagem com jato de água deionizada;{S} 5- Realiza-se tona, isopropanol e água deionizada.{S} Faz-se a secagem com o jato de nitrogênio em seguida deixa-se a o precipitado de hidróxido de alumínio, faz-se uma filtração com papel filtro para eliminar todo o sulf com a acetona e isopropanol e no final faz-se uma lavagem com água deionizada e secado com jato de nit o valor de (CEX + CPBC) pode ser obtido fazendo-se a soma com a capacitância de junção CBC, para difere to, podendo ser mascarado pelo mesmo {S}Fazendo-se uma analogia com os pós de PST (Figura 1.28), espera to térmico de calcinação.{S} Em seguida fez-se a precipitação com 48 ml de NH₃ . {S}H₂O em uma bureta, agem com jato de água deionizada;{S} 5- Realiza-se a secagem com jato de gás nitrogênio pressurizado;{S ra.{S} Terminado a limpeza com acetona, realiza-se o procedimento com álcool isopropanol, mantendo-se a ara a placa.{S} O processo é completada realizando-se uma lavagem com o isopropanol, água DI e posterior os materiais recebidos.{S} Em seguida, realizou-se a análise com os materiais produzidos utilizando-se

Quadro 14 – Resultado de busca com intercalação de uma seqüência de letras qualquer

Como observamos, o Unitex reconheceu “a” e “uma” como determinantes (<DET>); e “lavagem”, “secagem”, “filtração”, “soma”, “analogia”, “precipitação”, “procedimento” e “análise” como uma seqüência de letras qualquer (<MOT>). Por meio dessa busca, foi possível estabelecer a relação *Agentiva*, *utiliza* de “secagem” para “nitrogênio”, e sua relação *Télica inversa utilizado em*, conforme a Figura 9:

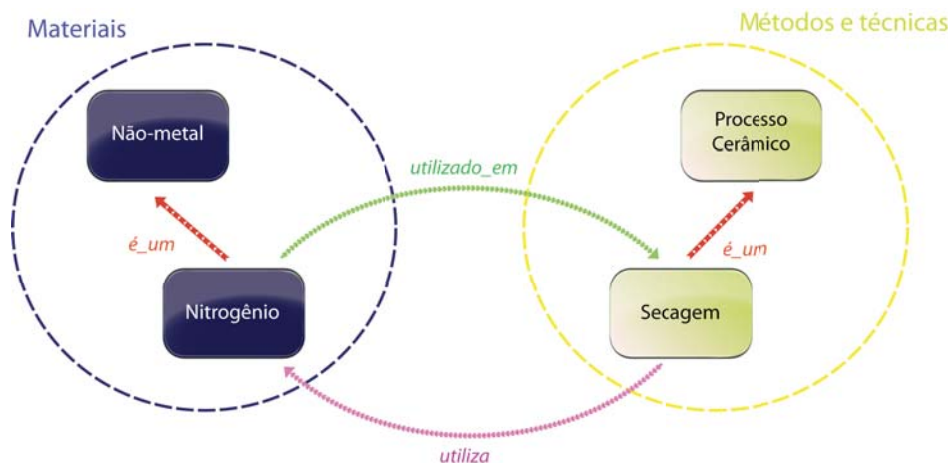


Figura 9 – Relações semânticas entre as classes “secagem” e “nitrogênio”

O verbo “originar” (2), precedido ou seguido pelo pronome “se”, trouxe resultados como os reproduzidos no Quadro 15:

do forno. {S} O oxigênio, provavelmente, não coincide com o de cargas negativas, ntendo azocromóforos, a birrefringência meio de propagação. {S} Desta interação que essas alterações "impressionantes" lfúrico. {S} Quando um ácido se dissocia a a um ângulo fixo. {S} Estas flutuações eletrolítica, os íons de O-2 e OH podem eportagem de Humanidades. {S} O trabalho após o preparo cavitário. {S} O conceit	origina-se dos radicais OH do álcool polivinílico, usado como p origina-se um dipolo elétrico. {S} A barreira de energia entre a origina-se no processo de isomerização trans-cis em torno da li origina-se um campo, denominado campo de {S} Stokes, com energia originam-se de "artefatos", ou fatores não relacionados ao efei originam-se diversos ânions, que sob a ação de um campo elétric originam-se das variações no índice de refração dentro do volum originar-se pela dissociação da molécula de água ou do ácido, [originou-se de um projeto temático e focaliza o desempenho econ originou-se da idéia de que, após polimerização, os adesivos em
--	---

Quadro 15 – Verbo “originar” e o pronome “se”

As concordâncias obtidas por meio dos critérios de busca descritos em (3):

an a decomposição da radiação espalhada substrato. {S} A desidratação da lâmina dores, enquanto que a avaliação de água potável. {S} A regeneração do nanofilme ndição de peças com ligas de alta fusão chave biológica com o mundo do silício educação. {S} Neste caso a redução do ouro ácidos graxos) pelo oxigênio molecular ente, a avaliação do sabor dos produtos gravação, leitura e desgravação do bits acesso aos substratos, o que geralmente ntrada/saída especificados. {S} O ajuste ão, menos de 15% do gasto privado total forme. {S} Por isso, as medidas de cores m tempo e custo elevados, e as análises rios com alguns nanômetros de diâmetro,	é feita por meio de grades d difração, enquanto que no espalham é feita por evaporação, pelo aquecimento do substrato em uma es é feita por análise química em laboratório e são bastante demor é feita por aquecimento do material. {S} Também é possível se ob é feita por cera pedida, com o metal sendo fundido em fornos el é feita por meio de sensores especiais, que emitem elétrons. {S} é feita por uma substância química denominada boridreto de sódio é feita por meio de uma cadeia transportadora de elétrons. {S} E é feita por pessoas especialmente treinadas, que analisam senso é feita por agulhas do tipo usado em microscópios de varredura é feito por algum mecanismo de reconhecimento dos produtos. {S} é feito por ciclos em que a cada entrada apresentada à rede os é feito por empresas com menos de 250/300 empregados. {S} O mesm são feitas por meio de métodos espectrais. {S} Neste caso, o equ são feitas por amostragem ao invés de medidas em tempo real. {S são feitos por feixes ("jatos") de elétrons, obtidos de um micr
--	---

Quadro 16 – Resultados obtidos a partir da combinatória “é” / “são” <fazer> “por”

Os resultados no Quadro 17, parcialmente reproduzidos, foram obtidos utilizando como chaves de busca o verbo “causar” e a preposição “por” (4):

ologias. “Temos conhecimento de doenças ente, eliminando ou minimizando doenças eoplasias cutâneas, doenças infecciosas nce de chips e dispositivos eletrônicos s em temperatura ambiente ou mais alta enta o desvio na medida da temperatura, ode ser explicado e foi, possivelmente, a através dele. {S} Esse efeito óptico é diminuição do fator {S} Q do oscilador é nte – para alguns, ele será maior que o , provavelmente o confinamento quântico esolução é limitado somente por um dano o desprezível {S} Podemos ver que o erro	causadas por fatores genéticos simples. {S} Mas pouco sabemos so causadas por estes aos seres humanos, principalmente a pessoas causadas por vírus e bactérias multiresistentes), tem sido foca causadas por partículas de alta energia, tais como partículas a causadas por entropia) impossibilitariam a construção de uma má causado por não se compensar a diferença entre a atenuação ópti causado por algum erro experimental não identificado. {S} Os mes causado por nanopartículas compostas de ouro e prata de apenas causado por perdas acústicas no ressonador SAW. 7- A mudança de causado por outras revoluções tecnológicas, como a agricultura, causado por uma redução dimensional. {S} Os filmes de álcool pol causado por uma descarga elétrica ao mesmo, [REIMER, 1985]. 3 causado por esta irregularidade da corrente é, em realidade, be
---	--

Quadro 17 – “Causar” + “por”

Para (5), o particípio de “resultar” unido à preposição “de” gerou muitas concordâncias como apresentado no Quadro 18:

or Luiz Henrique Capparelli Mattoso e é resultado de suas pesquisas de pós-doutorado. {S} Durante o curso te é o "Science Portal Japan". {S} Ele é resultado de uma parceria com o Yahoo e oferece links e notícia energia dessas unidades, o que também é resultado de um aumento na inteligência (computação), conectivi matematização do mundo. {S} Esse homem é resultado de uma outra mixagem: o real e o fictício. {S} Está em sileira, marcada por um caráter dúbio e resultado de uma solução de compromisso entre múltiplos stakeho o espaço de dois a três anos. {S} Isso é resultado de investimentos que foram feitos ao longo de muitos e hospitais do país. {S} O equipamento é resultado de um ano e meio de pesquisas da Renami, uma das quat am R\$ 3,55 milhões. {S} O investimento é resultado de novo modelo de parceria da empresa, que vai destin qualitativamente reproduzível. {S} Este resultado de crescimento, em termos de intensidade de absorbânc sucedida, cujo desenlace indesejado foi resultado de interferências de pessoas invejosas e mal-intencio acredita-se que o espalhamento é também resultado de partículas primárias com tamanho médio da ordem de lisador 0,5Pt/-Al2O3 fresco mostrou bom resultado de estabilidade e atividade sendo que em temperatura pode-se indicar que a cor vermelha é um resultado de transições eletrônicas que se produzem inteirament ral. {S} Portanto, a transformação de um resultado de uma pesquisa, de um desenvolvimento tecnológico ou ade é a geração de eletricidade como um resultado de uma tensão mecânica. {S} Um entendimento do conceit s d ações de agentes privados e mais um resultado de políticas e instrumentos orquestrados pelo setor p

Quadro 18 – Expressões “resultados de” não correspondentes a relações *Agentivas*

Como podemos observar nos exemplos acima, *resultado de* não se refere nesses casos a uma relação do tipo *Agentiva*, i.e. uma relação semântica que permita recuperar o agente realizador/causador de um objeto em N&N. Em muitos casos, trata-se da forma substantiva “resultado” homônima ao participípio passado do verbo “resultar”. Esperávamos contextos como os que apresentamos no Quadro 19:

e massa. {S} Este fenômeno de adsorção resulta de interações físicas e químicas entre as moléculas do íntimo contato entre os reagentes como resultado de deformações plásticas e triturações consecutivas a ação de poluentes nanoestruturados como resultado de processos industriais metalúrgicos. totalmente fin o parâmetro de célula unitária pode ser resultado de u aumento no estado de oxidação do manganês (PALAC ença de poros no material, que pode ser resultado de aglomerados de partículas. {S} As curvas da Figura ção dos poliésteres alifáticos pode ser resultado de ataques enzimáticos ou de uma simples hidrólise da

Quadro 19 – Expressão formada pelo verbo “resultar” + “de” como relação *Agentiva*

Para (6), houve dois contextos, conforme o Quadro 20:

logia e informática, em Belo Horizonte, têm como origem os departamentos de pesquisa da UFMG”, lembra M de raios-x 1 introdução a palavra nano tem como origem a palavra grega nánnos que significa algo muito

Quadro 20 – Verbo “ter” + “como” + “origem”/“fonte”

Relações semânticas do tipo *Télico* foram recuperadas por meio do grafo da Figura 10:

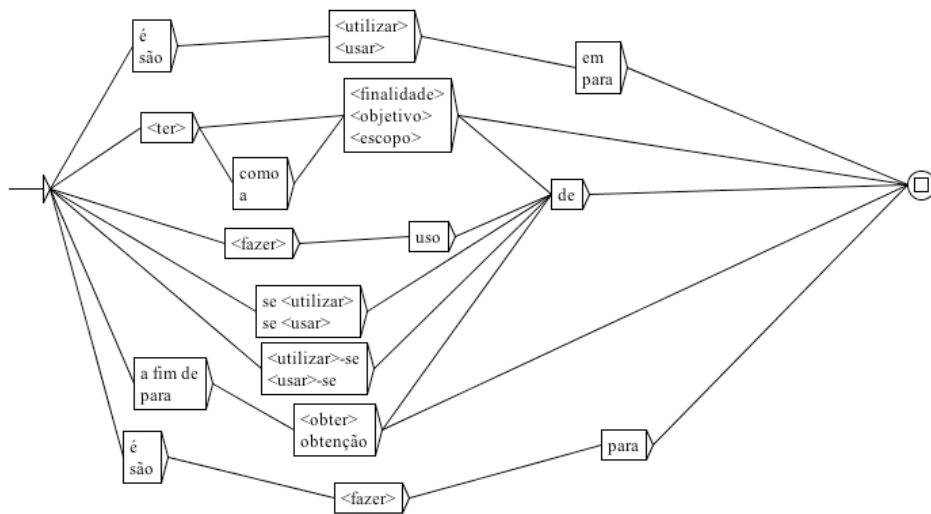


Figura 10 – Grafo para levantamento de relações *Télicas*

O grafo acima produziu 760 resultados, cujos critérios são assim descritos:

1. verbo “é” ou “são”, seguido do verbo “utilizar” ou “usar” flexionado em qualquer tempo, modo ou pessoa, seguido da preposição “em” ou “para”;
2. verbo “ter” flexionado em qualquer tempo, modo ou pessoa, seguido ou não da preposição “como” ou “a”, seguido do substantivo “finalidade”, “objetivo” ou “escopo” flexionado em número, seguido ou não da preposição “de”;
3. verbo “fazer” flexionado em qualquer tempo, modo ou pessoa, seguido da palavra “uso”, seguida da preposição “de”;
4. verbo “utilizar” ou “usar” flexionado em qualquer tempo, modo ou pessoa, com próclise ou ênclise do pronome “se”, seguido da preposição “de”;
5. locução prepositiva “a fim de” ou preposição “para”, seguida do verbo “obter” flexionado em qualquer tempo, modo ou pessoa ou seguida do substantivo “obtenção”, seguido ou não da preposição “de”;
6. verbo “é” ou “são”, seguido do verbo “fazer” flexionado em qualquer tempo, modo ou pessoa, seguido da preposição “para”.

O critério de busca (1), produziu os exemplos abaixo do Quadro 21:

m redox/eletrodo/vidro/camada espelhada é usada em espelhos eletrocrômicos automotivos (indústrias). {S}Hoje em dia, essa mesma idéia é usada em computadores de alto desempenho, com microprocessadores. {S}Nanotecnologia {S}A nanotecnologia é usada em cosméticos para trazer vantagens sensoriais. m redox/eletrodo/vidro/camada espelhada é usada em espelhos eletrocrômicos automotivos (indústrias). {S}Hoje em dia, essa mesma idéia é usada em computadores de alto desempenho, com microprocessadores. {S}Nanotecnologia {S}A nanotecnologia é usada em cosméticos para trazer vantagens sensoriais e a baixa pressão, hidrogênio molecular é usado em abundância na alimentação do gás para gerar nitrofenil-β-D galactopiranosídeo (ONPG) é usado para detectar a enzima β-D-galactosidase, a qual metil-umbeliferil-β glicuronídeo (MUG) é usado para detectar a enzima β-glicuronidase, a qual é chamado de BOE (Buffered Oxide Etch), é usado para corroer {S}SiO₂ (óxido de silício) e SiNx, Anritsu MS2601B. {S}A terminação (9d) é utilizada para a observação da presença da linha Brillouin, (FBG - Fiber Bragg Grating), é utilizada para refletir os campos ópticos chegando ao 4.3.2, extraída da Lei de Lambert-Beer, é utilizada para correlacionar a intensidade (I), a absorvância será baseada no esquema que hoje é utilizado em computação quântica com ressonância magnética de micropartículas - LAM", Juang (1994), é utilizado para fabricação de nanopartículas em pequeno acusto-óptico, Intra-Action ME40, é utilizado para induzir um desvio conhecido na frequência de interação, o modelo de M. S. é utilizado para prever a taxa de densificação (maior) é denominada coprecipitação, que é utilizada para a obtenção de óxidos mistos, pois, per

Quadro 21 – Busca por relações *Télicas* utilizando os verbos “utilizar” e “usar”

O último exemplo, reproduzido no Quadro 21, permite visualizar a relação *Télica* expressa por *obtem*, conforme o contexto completo e a Figura 11: “A precipitação de um sistema multicomponente é denominada coprecipitação, que é utilizada para a obtenção de óxidos mistos, pois, permite a preparação de pós altamente reativos e com altos graus de homogeneidade química.”

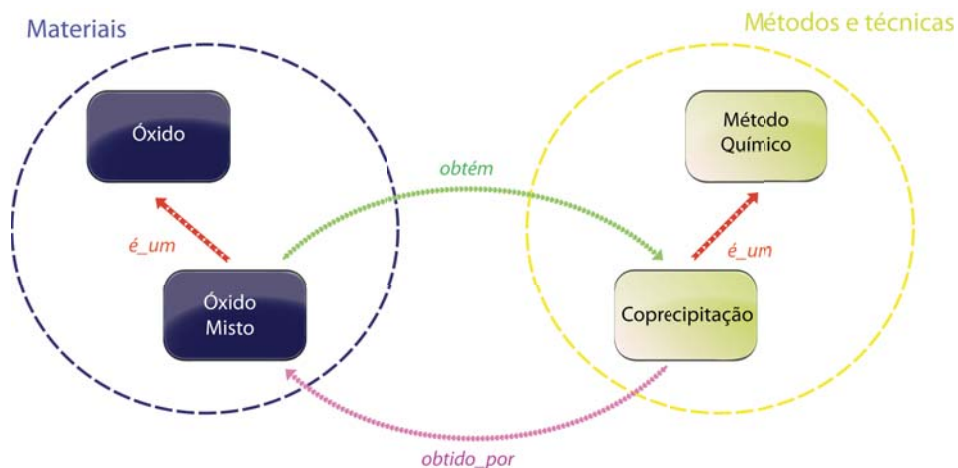


Figura 11 – Relação *Télica*, *obtem*

O critério descrito em (2), permitiram-nos obter concordâncias exemplificadas a no Quadro 22:

S}O processo de Limpeza (desengraxante)	tem a finalidade de limpar a superfície das peças.	{S} E
ais recorre.	{S} A mixagem homem-máquina	tem a finalidade de ampliar a densidade e afirmar a pró
ões de SiO ₂ e {S}SiNx, sem amostra, que	tem a finalidade de passivar a câmara;	{S} deposição pro
om a adição do agente precipitante, que	tem a finalidade de exceder o produto de solubilidade d	
enominado Imperial Innovations.	{S} Este	tem como escopo a prestação de assistência técnica e em
de obter o conhecimento e toda pesquisa	tem como finalidade a busca de inovações direcionada pa	
o de substâncias tóxicas. {S}A proposta	tem como finalidade desenvolver tecnologia nacional par	
rabalho, iniciado em fevereiro de 2006,	tem como objetivo o desenvolvimento de códigos que desc	
que se encontram em escala nanométrica,	têm como objetivo fornecer uma característica específic	
, utilizando a espectroscopia de força,	têm como objetivo compreender as informações obtidas da	
Região Metropolitana de Belo Horizonte,	tem como objetivo formar recursos humanos aproveitando	
isível (uv-vis), apresentadas a seguir,	tem como objetivo complementar os resultados obtidos ac	
em todas as estruturas 122 simuladas,	tem como objetivo minimizar a participação da variação	
ste trabalho iniciado em agosto de 2004	tem como objetivo o projeto de um novo canhão para a to	
ndústria de semicondutores. {S}O núcleo	tem como objetivo reduzir as barreiras à criação de pro	
contrados na literatura. {S}Este artigo	tem como objetivo revisar as principais metodologias em	
blicadas.	{S} Assim sendo, esse trabalho	tem como objetivo primário investigar se seria possível
es. {S}Dessa forma, o presente trabalho	tem como objetivo estudar os catalisadores de Pt/CeO ₂ -A	
{S}Neste contexto, o presente trabalho	tem como objetivo caracterizar e controlar a nanoestrut	
se nestes aspectos, o presente trabalho	tem como objetivo a preparação via reação de combustão,	
etor energético.	{S} O presente trabalho	tem como objetivo avaliar as características do potenci
ado em fevereiro de 2006, este trabalho	tem como objetivo a criação e desenvolvimento de um alg	
ista estas considerações, este trabalho	tem como objetivo o projeto de uma fonte de tensão de r	
udo para este fim[10].	{S} Este trabalho	tem como objetivo obter argilas organofílicas utilizand
ísticas convencionais.	{S} Este trabalho	tem como objetivo utilizar a técnica Gradient Pattern A
Silva (ice/unifei) resumo este trabalho	tem como objetivo analisar as características do canal	
a superfície da Terra. {S}Este trabalho	tem como objetivo analisar e simular a reentrada atmosf	
ância de fitoplâncton. {S}Este trabalho	tem como objetivo principal analisar a variabilidade da	
gação desses detritos. {S}Este trabalho	tem como objetivo analisar e simular a geração e a prop	
Objetivos do trabalho	{S}Este trabalho	tem como objetivo iniciar estudos sobre o comportamento
Orientador) {S}RESUMO {S}Este trabalho	tem como objetivo o desenvolvimento de um programa simu	
-Orientador) {S}RESUMO {S}Este trabalho	tem como objetivo estudar os efeitos causados pelas tem	
orientador). {S}RESUMO {S}Este trabalho	tem como objetivo descrever as atividades pertinentes a	

Quadro 22 – Busca a partir de substantivos “finalidade”, “objetivo” e “escopo”

Verificamos nos exemplos do Quadro 22 que o critério de busca (2) não retornou praticamente nenhuma relação *Télica* pertinente. Destacam-se as recorrentes “Este trabalho tem como objetivo...” e “o presente trabalho tem como objetivo...”, início de frase muito comum em textos acadêmico-científicos.

Por outro lado, em (3), observamos uma alta incidência *Télica*:

do.	{S} A técnica de MOVCD, por exemplo,	faz uso de uma substância organo-metálica (e.g. alcóxid
Além disso, a configuração apresentada	faz uso de um componente óptico simples, a grade de Bra	
ação brasileira tem outro destaque: ela	faz uso de descrições do comportamento dos elétrons, co	
as de pó e filme.	{S} O processo sol-gel	faz uso de compostos inorgânicos ou metalorgânicos como
, a prestina possui um diferencial: não	faz uso de moléculas de ATP como fonte de energia, send	
esso utilizado na pesquisa de doutorado	faz uso de condições diferentes nas etapas de anodizaçã	
sta que a manufatura de tal dispositivo	faz uso de processo bem difundido na microeletrônica (f	
propriedades eletrônicas.	{S} Uma delas	faz uso de um filme de ouro extremamente fino, em forma
lidos de polimerização redox (ESPR) que	fazem uso de organo tióis tem atraído considerável aten	
ada de novos países no rol daqueles que	fazem uso de tais variedades. {S}Biotecnologia, Biologi	
as temperaturas.	{S} Os equipamentos que	fazem uso de plasma geram temperaturas da ordem de 1000
Já é possível elaborar dispositivos que	fazem uso de uma única molécula, posicionada estrategic	
nceiros.	{S} Para tanto, estas políticas	fazem uso de mecanismos diretos e indiretos, com destaq
idez e confiabilidade.	{S} Esses métodos	fazem uso de parâmetros experimentais, como energias, q

Quadro 23 – “Faz(em) uso de”

A utilização do verbo “utilizar” e “usar”, precedidos ou seguidos do pronome “se” e da preposição “de”, na expressão de busca (4), retornou as concordâncias do Quadro 24 (nele listamos todas as concordâncias que atendessem aos critérios estabelecidos em (4)):

{S} Para a configuração heteródina, faz-se uso de um modulador de fase externo entre os pontos A e B. N pia eletrônica de transmissão (MET) fez-se uso de um equipamento Philips CM200, operando a 200 kV.{S} P sar ao projeto da versão integrada, fez-se uso de um protótipo misto, utilizando alguns circuitos integ dos raios-X transmitido na amostra, fez-se uso de um detector de cintilação.{S} A secção da amostra a s croscopia eletrônica de transmissão fez-se uso de um equipamento Philips CM200, operando a 200 kV, com car, no entanto, que este novo programa se utiliza de instrumentos distintos daqueles utilizados pela p A Qualquer coisa pode fazer mal a saúde se utilizada de forma ina-dequada, não ética.{S} Por isso ela d , novas tecnologias ultra-avancadas que se utilizam de nanopartículas embebidas nos materiais avançados a SQL.{S} Uma outra face do diagnóstico se utilizou de redes neurais não supervisionadas para analisar para possibilitar o mapeamento dos EDS, utiliza-se de solução aquosa de ácido fluorídrico e clorídrico vantamento dessas curvas.{S} No arranjo utiliza-se de um eletrodo de referência de calomelano (ER), loc o das estruturas colunares e equiaixais utiliza-se de um sistema de solidificação vertical ascendente r ão desses materiais pode ser melhorada, utilizando-se de técnicas ou métodos de proteção anticorrosiva a fabricação, a cada camada depositada, utilizando-se de um grande número de técnicas.{S} Informações s foram fundidos em cadinhos de grafita, utilizando-se de forno de resistência tipo mufla.{S} Na Figura em (V.18), é calculado o ganho da ASE, utilizando-se de (V.10), para modelo Bulk, ou de (V.16), para o a à corrosão de ligas do sistema Zn-Al, utilizando-se de sistema de solidificação unidirecional com lig es dois níveis por um tempo prolongado, utilizando-se de uma única dosagem.{S} A diferença de concentra ou encontrar alternativas tecnológicas, utilizando-se de técnicas automatizadas de análise quantitativa avanço das ciências, novos tratamentos, utilizando-se de tecnologia e fármacos mais recentes, vêm ganha etro e as tensões de breakdown é medida utilizando-se de duas pontas de provas.{S} Coloca-se as pontas ndríticos e distribuição de soluto, ora utilizando-se de liga com o soluto rejeitado aos interstícios e também fundidos em cadinho de grafita e utilizando-se de forno e demais utensílios descritos na partiçã partindo de um bloco maior de material utilizando-se de técnicas etching ou feitas à máquina (ALVES, 2 s, exibidas na Figura 4.3 foi realizado utilizando-se de HCl (ácido clorídrico) concentrado e solução d ara ambos os metais puros foram obtidas utilizando-se de um sistema de molde permanente ou molde maciço h que calcula a população de portadores utilizando-se de (V.14) em conjunto com (V.13) ou (V.15), depen .{S} Os ensaios de EIE foram realizados utilizando-se de um potenciostato da EG & G {S}Princeton Applie .{S} Os trabalhos de passivação de HBTs utilizando-se de enxofre5 resultaram em melhoras consideráveis, senta a área superficial da amostra. {S}Utilizando-se de métodos computacionais, tais como B.J.H. (Barr S) Nada mais natural do que o estudante utilizar-se de um "flash", do tipo comum existente em todas as iores investigações. {S}Neste trabalho, utilizou-se de amostras identificadas como alto e baixo cromo, ura de vazamento de ambos metais puros, utilizou-se de termopares do tipo J e sistema de controle e aqu anho com diferentes estados de oxidação utilizou-se de duas diferentes configurações experimentais: (a)

Quadro 24 – Todas as concordâncias para expressões com o verbo “utilizar” ou “usar”, pronome “se” e preposição (de)

A identificação da relação *Télica, obtém*, entre as classes “Solidificação rápida” (Métodos e técnicas) e “Liga amorfa” (Materiais), foi possível graças aos resultados da busca atendida pelos critérios descritos em (5), conforme pudemos observar no contexto: “A técnica para obter as ligas amorfas utilizada nesse trabalho foi a de solidificação rápida a partir do estado líquido, por melt spinning.” identificado entre as concordâncias:

15 amostras do material "as-received", a fim de obter-se uma estrutura amorfa, sem efeito de cristalização mecânica posterior à calcinação), a fim de obter um compromisso entre o valor de capacidade específica para retirar material não dissolvido, a fim de obter uma solução sem precipitados, e gerar filmes LB propósitos de otimização deste processo, a fim de obter filmes finos monofásicos, homogêneos e densos; {S} O processo de fusão a 1300 °C durante 9 horas, a fim de obter-se um material homogêneo e sem poros. {S} O processo de obtenção de informações sobre a formação do TiO₂ a partir do material científico neste contexto. {S} A fim de obter reparo e reposição óssea mais rapidamente. {S} E resas interagem com outras organizações a fim de obter, desenvolver e partilhar conhecimentos, informações de decomposição do TBP introduzidos a fim de obter filmes adequados para utilização no HBT. 3.3.4.1 de corte lateral das amostras de SP. {S} Para obter estes espectros as amostras foram clivadas e o feixe um nanotubo de carbono semiconductor. {S} Para obter esse dispositivo foi necessário desenvolver uma técnica em nm nas interfaces {S} InGaP/GaAs. {S} Para obter isto foi deixado a fonte de fósforo aberta por 60 segundos (EV) das seções transversais polidas. {S} Para obter melhor definição dos poros, as amostras polidas usadas provenientes de diferentes organismos. {S} Para obter linhagens de levedura capazes de suicidar-se, por meio de 51 g) realização de oxidação térmica para obter um filme espesso (0,8 a 1,2 µm) de óxido de silício. {S} A técnica e usos eletrônicos. {S} A técnica para obter as ligas amorfas utilizada nesse trabalho foi a de suspensão de ZrO₂ previamente preparada para obter as proporções em volume de 1%, 3% e 5% de ZrO₂ com resas, a mais comum, é como uma ferramenta para obter informações tecnológicas atuais. {S} Muitas firmas ci eletrodo, sem nenhuma camada alternada, para obtenção dos filmes mais finos possíveis, pois deste modo a relação da profundidade pela largura, para obtenção perfis anisotrópicos, por exemplo utilizando a somente, as pelotas fecais foram medidas, para obtenção do volume. {S} Paralelamente, foram efetuadas análises éticas hipereutéticas do sistema Zn-Al. Para obtenção das estruturas colunares e equiaxiais utilizamos alhar com esta forma alotrópica do MnO₂ para obtenção do espinélio LiMn₂O₄ (FERRACIN et al., 2000). {S} focada em processos do tipo "bottom up" para obtenção de nanopartículas. {S} Em particular, uma rota baseada foi utilizada por KOSOVA et al. (2002) para obtenção de LiCoO₂. {S} Neste trabalho, os autores investigaram o tipo PMMA (Poly Methyl MetAcrylate) para obtenção de nanoestruturas. {S} Este trabalho foi motivado pelo tipo PMMA (Poly Methyl MetAcrylate) para obtenção de nanoestruturas. {S} Este trabalho foi motivado pelo tritor (Szegevari Attritor System 01HD), para obtenção de um pó com granulometria menor que 300 mesh. {S} A hidrólise, condensação e polimerização, para obtenção de um gel com uma rede inorgânica contínua. {S} Os de Perovskitas, Seletivas ao Oxigênio, para obtenção de gás de síntese. {S} Engenharia Química INT RJ cientistas vão desenvolver o processo, para obtenção de maiores quantidades dos nanotubos de múltiplas Zinco e Alumínio, comercialmente puros, para obtenção de dois diferentes tipos morfológicos de solidificação. {S} É imprescindível em nanotecnologia, para obter informações sobre estruturas e as propriedades eletrônicas, que é um moínho de alta energia, para obter a redução da quantidade dos mesmos nesse pó. {S} De todas as utilizadas nas amostras com TiC, para obter densidades aparentes aproximadamente iguais. {S} Uma os dados experimentais, de maneira que, para obter a concordância ótima de pontos da Fig.VI.5, foi preciso de poros e rugosidade; {S} UV visível, para obter o grau de transparência e a relação entre as espessuras precipitador com largura igual a 4 cm, para obter a mesma eficiência de remoção de partículas. {S} Há uma as de Pt altamente dispersas. {S} Assim, para obter catalisadores de Pt/CeO₂-Al₂O₃ com uma maior dispersão

Quadro 25 – “obter” e “obtenção”

Os resultados obtidos em (6) foram somente os reproduzidos no Quadro 26:

curva de diodo, mostrada na figura 4.8, é feita para comprovação da remoção total da camada de emissor, da na maioria dos trabalhos deste tipo, é feita para proporcionar um modelamento para o estudo da dinâmica tradicionais. {S} Neste contexto, pouco é feito para evitar a depleção e práticas de biopirataria. {S} Dgerem patentes. {S} De certo modo, isso é feito para encorajar novos negócios, novas atividades comerciais 10 segundos na temperatura 770°C. Isto é feito para garantir uma uniformidade da temperatura em toda a ação da curva I-V e do campo de ruptura são feitos para todos os capacitores dos conjuntos da amostra R

Quadro 26 – Baixo número de ocorrências para “é”/“são” <fazer> “para”

Ressaltamos que a utilização dos vários critérios de busca descritos nesta seção para levantamento de relações semânticas, segundo a Estrutura *Qualia*, não representa um método definitivo e plenamente eficaz para tal fim. Contudo, o levantamento dessas expressões em concordâncias, quando analisadas uma a uma, aumenta a produtividade, tendo em vista que se processa uma única vez a identificação do grupo de expressões que apontam para uma determinada relação.

Cumpramos citar o desenvolvimento da pesquisa OntoLP: Construção Semi-Automática de Ontologias a partir de Textos da Língua Portuguesa por Luiz Carlos Ribeiro Júnior, do

Programa Interdisciplinar de Pós-graduação em Computação Aplicada da Universidade do Vale dos Sinos (UNISINOS) e orientada pela Profa. Dra. Renata Vieira, atualmente docente na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). A importância desse trabalho reside no uso de métodos semi-automáticos para a criação de ontologias e na utilização de parte do corpus do projeto NanoTerm para avaliação da eficácia e precisão da ferramenta, por avaliadores externos vinculados ao NanoTerm. Tais métodos resumem-se à Figura 12, extraída de Ribeiro Junior (2008, p. 58).



Figura 12 – Etapas para criação semi-automática de ontologias, segundo Ribeiro Junior (2008)

Em linhas gerais, a extração de termos consiste do agrupamento semântico dos termos segundo as “tags semânticas” registradas no Corpus XCES pelo etiquetador PALAVRAS (BICK, 2006 *apud* RIBEIRO JUNIOR, 2008, p. 61), em seguida são aplicadas medidas de frequência que determinam a relevância do termo para o domínio em questão. Ineditamente, esse trabalho propõe a observação do sintagma nominal visando aumentar a eficácia da extração de termos complexos.

Para a organização hierárquica de termos, o processo criado contempla a aplicação de três métodos, a saber: organização baseada em termos complexos, organização baseada nos

padrões de Hearst e organização baseada nos padrões de Morin/Jacquemin (RIBEIRO JUNIOR, 2008, p. 71-74).

A interação do usuário com a ferramenta permitiu a obtenção de resultados mais fiáveis em relação à extração de termos. No que diz respeito à extração de relações, a metodologia desenvolvida permite a identificação da relação *é_um*, *é_uma*. Assim, os avaliadores reportam que

[...] a aplicação dos padrões de Hearst e Morin/Jacquemin não auxiliaram na organização hierárquica de termos. Um provável motivo para o resultado é que, se o usuário executar tais métodos sem levar em consideração as listas de termos extraídas anteriormente, o método irá retornar relações entre termos considerados irrelevantes para o domínio. No entanto, quando são aplicadas heurísticas que consideram apenas termos presentes na lista, poucas relações são extraídas. Por outro lado, o método de construção hierárquica baseado em Termos Complexos obteve bons resultados. (RIBEIRO JUNIOR, 2008, p. 115)

Tendo em vista a avaliação realizada, observamos que os resultados obtidos na extração de termos são fundamentais para o bom êxito da geração da taxonomia, o que demanda, portanto, bom conhecimento do domínio em questão. Dessa forma, os resultados se garantem por meios automáticos quando o método for o de Termos Complexos, para os quais um termo como “Nanotubo” será, indubitavelmente, uma superclasse de “Nanotubo de carbono” que, por sua vez, terá como subclasses “Nanotubo de carbono de parede múltipla” e “Nanotubo de carbono de parede simples”,⁴⁶ uma vez que a extensão do sintagma aponta para uma relação *é_um*, *é_uma*. Contudo, esse exemplo não pode ser verídico, uma vez que foram analisados somente termos complexos compostos por até três unidades (os *trigramas*).

⁴⁶ Na ontologia criada neste trabalho, esses itens correspondem no Capítulo V “Resultados alcançados” a 3.14.2.1.1, 3.14.2.1.1.1, 3.14.2.1.1.1.1 e 3.14.2.1.1.1.2, respectivamente).

4.5 Implementação na ferramenta Protégé

A implementação dos resultados alcançados em uma ferramenta computacional específica para ontologias garante que os formalismos adotados para a representação do domínio escolhido foram respeitados. Além disso, as possibilidades existentes de reuso de uma ontologia, quando expressa em uma linguagem computacional corrente e atual, são variadas. Nesse sentido, buscamos utilizar um *software* que possuisse facilidade de uso aliada a potencialidades de funções. A escolha recaiu sobre a ferramenta Protégé (NOY *et al.*, 2000).

Desenvolvida pela Divisão de Informática Médica do Departamento de Medicina da Universidade de Stanford, o Protégé foi inicialmente idealizado para modelar o domínio da medicina e traçar relações entre os muitos conceitos que englobam tal campo de especialidade.

Em consonância com os princípios de construção de ontologias, a ferramenta permite que ontologias sejam constantemente alimentadas e representadas em diferentes formatos e linguagens. Com o surgimento da linguagem OWL e do desenvolvimento de lógicas de inferências, a ferramenta também evoluiu possibilitando, hoje, que se desenvolvam ontologias de praticamente qualquer conhecimento representável por meio de categorias e relações, sobretudo aquelas voltadas para a produção de conteúdo para a Web Semântica. Segundo Noy *et al.* (2001, p. 62), a ferramenta possui: um “modelo de conhecimento extensível”,⁴⁷ sendo possível redefinir seus primitivos representacionais; um “formato de arquivo de saída customizável”,⁴⁸ o que permite gerar arquivos em qualquer linguagem formal; “uma interface com o usuário customizável”,⁴⁹ possibilitando adaptar os componentes da interface com o

⁴⁷ “An extensible knowledge model.”

⁴⁸ “A customizable output file format.”

⁴⁹ “A customizable user interface.”

usuário para a nova linguagem escolhida; “uma arquitetura extensível que permite integração com outras aplicações”,⁵⁰ isso torna a ferramenta conectável a módulos semânticos externos.

A implementação dos resultados alcançados em um editor de ontologias corresponde não só à necessidade de representá-los em uma linguagem recomendada e aceita para os padrões daquilo que se entende por Web Semântica, mas também pela inevitabilidade de armazenar os dados em uma ferramenta que permita fácil manipulação e visualização desses dados. A esse propósito, Zavaglia e Kasama (2004) dizem que o uso de *softwares*, como a ferramenta Protégé

pode e deve ser um desafio cada vez mais constante e presente nas pesquisas lingüístico-teórico-práticas [...], cuja aplicação é bastante variada e diversificada, podendo atender não somente aos ensejos da Lingüística Computacional e da Inteligência Artificial, mas também como ferramenta que armazena dados lingüístico-semânticos em grandes quantidades, cujas aplicações práticas vão desde uma simples inserção de dados para manipulação de conceitos, a aplicações que podem elaborar glossários especializados mono, bi ou multilíngües, a partir de um pré-processamento de dados, a começar da maneira como foram implementadas as informações na ferramenta. (p. 20 e 21)

Reproduzimos na Figura 13 a interface da ferramenta (versão 3.3):

⁵⁰ “An extensible architecture that enables integration with other applications.”

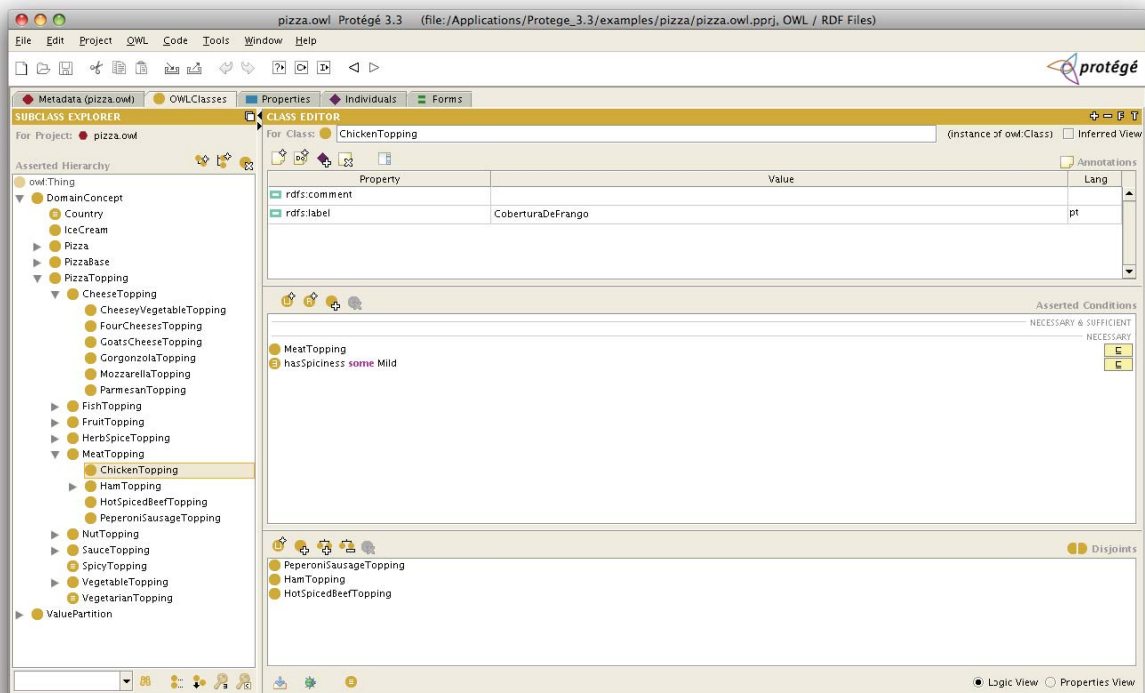


Figura 13 – Interface da ferramenta Protégé com a ontologia-exemplo “pizza”

Neste trabalho, a linguagem adotada para a representação do domínio da N&N foi a OWL. Entretanto, a qualquer momento pode-se alterar a linguagem (passando-se para RDF, por exemplo), uma vez que o Protégé foi desenvolvido pensando-se justamente na permutabilidade entre os formatos suportados pela ferramenta (XML, RDF e OWL). A representação do conhecimento no Protégé se dá por meio de três parâmetros básicos:

- *Classes* – define conceitos no domínio;
- *Propriedades (Properties)*⁵¹ – define atributos das classes;
- *Facetas (Facets)* – define restrições nos valores de classes (por exemplo: tipos, cardinalidade,⁵² padrões).

⁵¹ Em linguagem RDF, *properties* são chamados de *slots*.

⁵² A cardinalidade diz respeito a um dado expresso em valor numérico ou por um conjunto deles.

As relações semânticas são representadas por meio das *Propriedades*, uma vez que se tratam de atributos das diversas classes da ontologia. Exemplificamos na Figura 14 algumas relações implementadas na ferramenta, com relações inversas correspondentes:

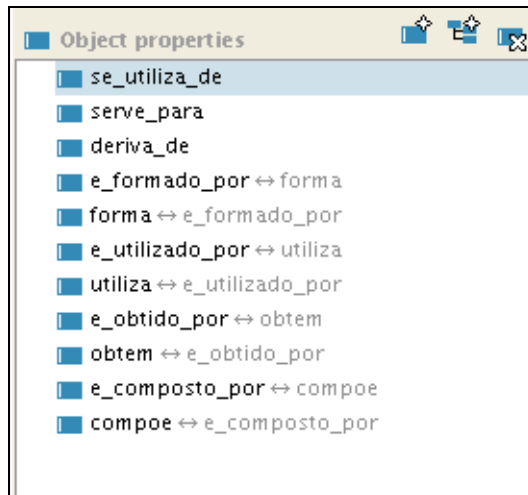


Figura 14 – Relações semânticas representadas como Propriedades

É possível observar na Figura 13 que o Protégé admite a inserção de propriedades inversas (*inverse properties*) indicadas por “↔”.

Além disso, a ferramenta Protégé possui *plugins* que nada mais são do que extensões instaláveis para fins específicos. Nesta pesquisa, fizemos uso do *plugin* OWLViz para visualização da estrutura ontológica em esquemas de árvore (Anexo III).

A Figura 15 apresenta a interface da ferramenta com indicações (quadro tracejado em vermelho e setas na mesma cor) para as Classes da ontologia da N&N, as abas para acesso à guia “Propriedades”, na qual estas se encontram, e ao *plugin* OWLViz.

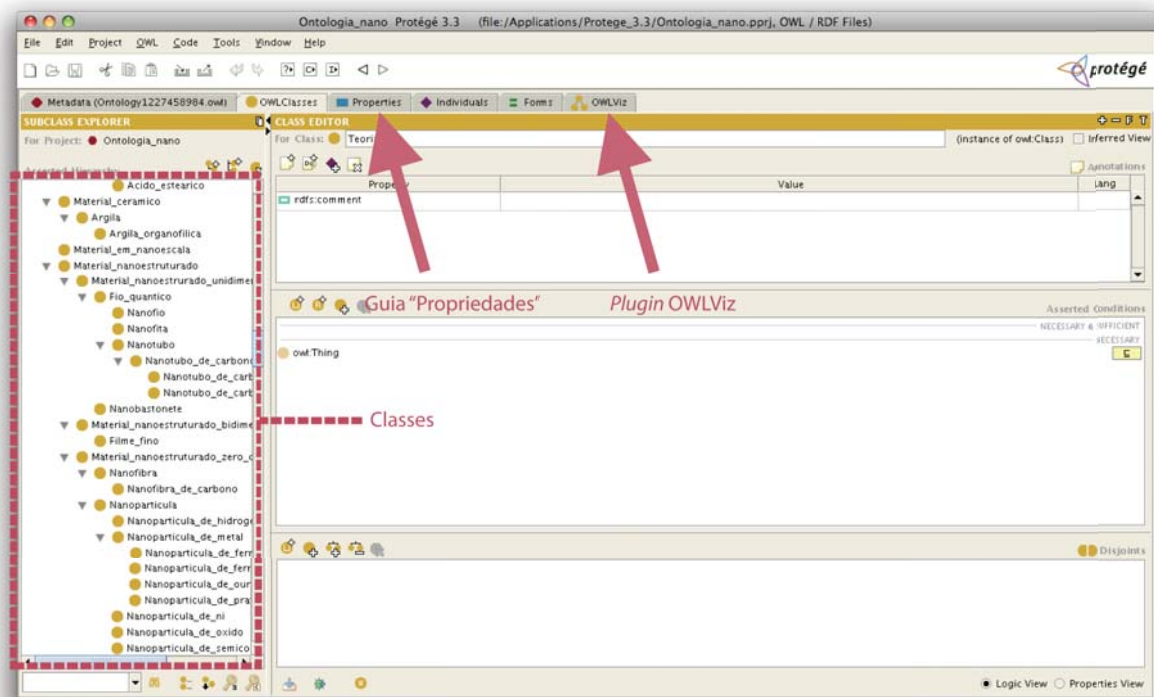


Figura 15 – Ontologia da N&N na ferramenta Protégé e indicações de localização de recursos

A definição de propriedades faz-se por meio do estabelecimento de restrições. Assim, para o estabelecimento de relações como *utilizado em*, criamos uma restrição da classe “nitrogênio” para “secagem”, conforme a Figura 16:

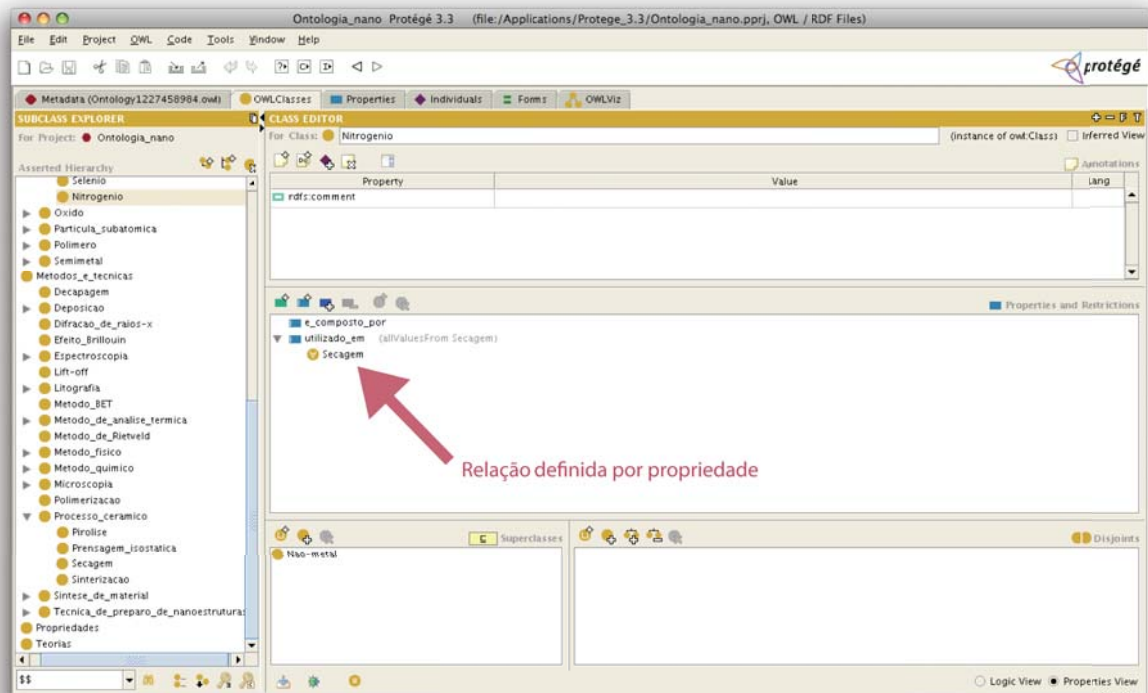


Figura 16 – A propriedade *utilizado em* como relação entre as classes “nitrogênio” e “secagem”

A importância da utilização de métodos computacionais é grande, na medida em que o volume de informações, com que muitos trabalhos científicos se deparam, tem sido cada vez maior. Nesta pesquisa, a extração semi-automática de termos e o levantamento de candidatos a relações semânticas mostraram-se um fim cujos meios para alcançá-los foram enormemente facilitados pelo auxílio de recursos informatizados. Entretanto, a observação cautelosa e criteriosa desses dados por parte do pesquisador foi o elemento-chave para que chegássemos aos resultados esperados descritos no próximo capítulo.

CAPÍTULO V

RESULTADOS ALCANÇADOS

Conforme os métodos explicitados no capítulo anterior, obtivemos a seguinte estrutura-ontológica primária para o domínio da N&N:

1. Aplicações (Anexo III – a)

- 1.1. Biologia*
 - 1.1.1. Bioeconomia*
 - 1.1.2. Bioengenharia*
 - 1.1.3. Bioinformática*
 - 1.1.4. Biomedicina*
 - 1.1.5. Biotecnologia*
 - 1.1.6. Genética*
- 1.2. Computação*
 - 1.2.1. Computação quântica*
- 1.3. Eletrônica*
- 1.4. Física*
 - 1.4.1. Biofísica*
- 1.5. Medicina*
- 1.6. Química*
 - 1.6.1. Bioquímica*
 - 1.6.2. Farmacologia*
 - 1.6.3. Fitoquímica*

2. Equipamentos (Anexo III – b)

- 2.1. Acelerador*
 - 2.1.1. Acelerador de partículas / Acelerador linear de partículas*
- 2.2. Almofariz*
 - 2.2.1. Almofariz de ágata*
- 2.3. Atuador*
- 2.4. Forno a arco*
- 2.5. Fotoalinhadora*
- 2.6. Microscópio*
 - 2.6.1. Microscópio óptico*
 - 2.6.2. Microscópio eletrônico*
 - 2.6.2.1. Microscópio eletrônico de varredura*
 - 2.6.2.2. Microscópio eletrônico de transmissão*
 - 2.6.3. Microscópio de força atômica*
 - 2.6.4. Microscópio de raio x*
 - 2.6.5. Microscópio de tunelamento*
- 2.7. Perfilômetro*
- 2.8. Precipitador*
 - 2.8.1. Precipitador eletrostático*

3. Materiais (Anexo III – c, d, e, f, g, h, i)

- 3.1. *Colóide*
 - 3.1.1. *Espuma*
 - 3.1.2. *Ferrofluido*
- 3.2. *Combustível*
 - 3.2.1. *Petróleo*
- 3.3. *Composto químico*
 - 3.3.1. *Fosfato*
 - 3.3.1.1. *Fosfato cerâmico*
 - 3.3.1.2. *Fosfato de alumínio*
 - 3.3.2. *Hidrocarboneto*
 - 3.3.2.1. *Acetileno*
 - 3.3.2.2. *Estireno*
 - 3.3.2.3. *Etileno*
 - 3.3.2.4. *Metano*
 - 3.3.2.5. *Propileno*
- 3.4. *Complexo metálico*
- 3.5. *Composto orgânico*
 - 3.5.1. *Solvente*
 - 3.5.1.1. *Solvente orgânico*
 - 3.5.1.1.1. *Acetona*
 - 3.5.1.1.2. *Álcool*
 - 3.5.1.1.2.1. *Álcool etílico / Etanol*
 - 3.5.1.1.2.2. *Etilenoglicol*
 - 3.5.1.1.2.3. *Isopropanol*
 - 3.5.1.1.2.4. *Metanol*
- 3.6. *Espécie química*
 - 3.6.1. *Átomo*
 - 3.6.2. *Íon*
 - 3.6.3. *Molécula*
- 3.7. *Gás nobre*
 - 3.7.1. *Argônio*
- 3.8. *Liga amorfa*
- 3.9. *Liga metálica*
 - 3.9.1. *Aço*
 - 3.9.2. *Austenita*
 - 3.9.3. *Bainita*
- 3.10. *Material biológico*
 - 3.10.1. *Ácido nucléico*
 - 3.10.1.1. *Nucleotídeo*
 - 3.10.1.1.1. *Adenina*
 - 3.10.1.1.2. *Citosina*
 - 3.10.1.1.3. *Guanina*
 - 3.10.1.1.4. *Timina*
 - 3.10.2. *Adenosina*
 - 3.10.2.1. *Adenosina difosfato (ADP)*
 - 3.10.2.2. *Adenosina trifosfato (ATP)*
 - 3.10.3. *Lipídio*
 - 3.10.3.1. *Fosfolipídio*

- 3.10.3.2. *Quinona*
- 3.10.4 *Microorganismo*
 - 3.10.4.1. *Bactéria*
 - 3.10.4.2. *Fungo*
 - 3.10.4.3. *Protozoário*
 - 3.10.4.4. *Vírus*
- 3.10.5. *Proteína*
 - 3.10.5.1. *Actina*
 - 3.10.5.2. *Anticorpo*
 - 3.10.5.2.1. *Anticorpo monoclonal*
 - 3.10.5.3. *Aminoácido*
 - 3.10.5.4. *Antígeno*
 - 3.10.5.5. *Colágeno*
 - 3.10.5.6. *Enzima*
 - 3.10.5.6.1. *ATPase*
 - 3.10.5.6.2. *Citocromo-C oxidase*
 - 3.10.5.7. *Miosina*
 - 3.10.5.8. *Peptídeo*
- 3.10.6. *Resina*
 - 3.10.6.1. *Fotorresiste*
- 3.11. *Material carbonáceo*
 - 3.11.1. *Ácido carboxílico*
 - 3.11.1.1. *Ácido graxo*
 - 3.11.1.1.1. *Ácido esteárico*
- 3.12. *Material cerâmico*
 - 3.12.1. *Argila*
 - 3.12.1.1. *Argila organofílica*
- 3.13. *Material em nanoescala / Matéria em nanoescala*
- 3.14. *Material nanoestruturado / Nanomaterial*
 - 3.14.1. *Material nanoestruturado bidimensional / Nanomaterial bidimensional*
 - 3.14.1.1. *Filme fino / Poço quântico*
 - 3.14.2. *Material nanoestruturado unidimensional / Nanomaterial unidimensional*
 - 3.14.2.1. *Fio quântico*
 - 3.14.2.1.1. *Nanotubo*
 - 3.14.2.1.1.1. *Nanotubo de carbono*
 - 3.14.2.1.1.1.1. *Nanotubo de carbono de parede múltipla/ Nanotubo de carbono de múltiplas paredes*
 - 3.14.2.1.1.1.2. *Nanotubo de carbono de parede simples / Nanotubo de carbono de parede única*
 - 3.14.2.1.2. *Nanofio*
 - 3.14.2.1.3. *Nanofita*
 - 3.14.2.2. *Nanobastonete*
 - 3.14.3. *Material nanoestruturado zero dimensional / Nanomaterial zero-dimensional*
 - 3.14.3.1. *Nanofibra*
 - 3.14.3.1.1. *Nanofibra de carbono*
 - 3.14.3.2. *Nanopartícula*
 - 3.14.3.2.1. *Nanopartícula de hidrogel*
 - 3.14.3.2.2. *Nanopartícula de metal*

- 3.14.3.2.2.1. Nanopartícula de ferrita
 - 3.14.3.2.2.2. Nanopartícula de ferro
 - 3.14.3.2.2.3. Nanopartícula de ouro
 - 3.14.3.2.2.4. Nanopartícula de prata
 - 3.14.3.2.3. Nanopartícula de ni
 - 3.14.3.2.4. Nanopartícula de óxido
 - 3.14.3.2.5. Nanopartícula de semicondutor
 - 3.14.3.2.6. Nanopartícula de sílica
 - 3.14.3.2.7. Nanopartícula polimérica
 - 3.14.3.2.7.1. Nanocápsula / Lipossoma
 - 3.14.3.2.7.2. Nanoesfera
 - 3.14.3.3. Ponto quântico / Quantum dot
 - 3.14.3.3.1. Nanocristal
 - 3.14.4. Material nanoporoso
 - 3.14.5. Nanocompósito
 - 3.14.5.1. Nanocompósito cerâmico / Nanocompósito de matriz
 - cerâmica
 - 3.14.5.2. Nanocompósito polimérico / Nanocompósito de matriz
 - polimérica
 - 3.14.5.3. Nanoporo
 - 3.14.6. Nanohélice
 - 3.14.7. Nanoimã
 - 3.14.8. Nanomola
 - 3.14.9. Nanomotor
 - 3.14.10. Nanorobô
 - 3.14.11. Nanorotor
 - 3.14.12. Nanossensor
- 3.15. Metal
 - 3.15.1. Alumínio
 - 3.15.2. Bário
 - 3.15.3. Berílio
 - 3.15.4. Cádmio
 - 3.15.5. Chumbo
 - 3.15.6. Cobalto
 - 3.15.7. Cobre
 - 3.15.8. Érbio
 - 3.15.9. Estanho
 - 3.15.10. Ferro
 - 3.15.11. Gálio
 - 3.15.12. Índio
 - 3.15.13. Iridio
 - 3.15.14. Lítio
 - 3.15.15. Manganês
 - 3.15.16. Níquel
 - 3.15.17. Ouro
 - 3.15.18. Paládio
 - 3.15.19. Platina
 - 3.15.20. Prata
 - 3.15.21. Rutênio
 - 3.15.22. Samário

- 3.15.23. *Titânio*
- 3.15.24. *Tungstênio*
- 3.15.25. *Urânio*
- 3.15.26. *Zinco*
- 3.16. *Não-metal*
 - 3.16.1. *Carbono*
 - 3.16.2. *Enxofre*
 - 3.16.3. *Flúor*
 - 3.16.4. *Fósforo*
 - 3.16.5. *Hidrogênio*
 - 3.16.5.1. *Hidrogênio atômico*
 - 3.16.6. *Nitrogênio*
 - 3.16.7. *Oxigênio*
 - 3.16.8. *Selênio*
- 3.17. *Semimetal*
 - 3.17.1. *Arsênio*
 - 3.17.2. *Boro*
 - 3.17.3. *Germânio*
 - 3.17.4. *Silício*
- 3.18. *Óxido*
 - 3.18.1. *Alcóxido*
 - 3.18.2. *Alumina / Óxido de alumínio*
 - 3.18.3. *Dióxido*
 - 3.18.3.1. *Dióxido de carbono*
 - 3.18.3.2. *Dióxido de estanho*
 - 3.18.3.3. *Dióxido de silício*
 - 3.18.3.4. *Dióxido de titânio*
 - 3.18.4. *Hidróxido*
 - 3.18.4.1. *Hidróxido de alumínio*
 - 3.18.4.2. *Hidróxido de magnésio*
 - 3.18.5. *Monóxido*
 - 3.18.5.1. *Monóxido de carbono*
 - 3.18.6. *Óxido de cério*
 - 3.18.7. *Óxido de estanho*
 - 3.18.8. *Óxido de ferro*
 - 3.18.9. *Óxido de silício*
 - 3.18.10. *Óxido de titânio*
 - 3.18.11. *Óxido misto*
 - 3.18.12. *Peróxido*
 - 3.18.12.1. *Peróxido de hidrogênio*
- 3.19. *Partícula subatômica*
 - 3.19.1. *Elétron*
 - 3.19.2. *Nêutron*
 - 3.19.3. *Próton*
- 3.20. *Polímero*
 - 3.20.1. *Azopolímero*
 - 3.20.2. *Biopolímero*
 - 3.20.3. *Copolímero*
 - 3.20.4. *Fluoropolímero*
 - 3.20.5. *Glicopolímero*

- 3.20.6. *Homopolímero*
 - 3.20.6.1. *Poliestireno*
- 3.20.7. *Matriz polimérica / Matriz de polímero*
 - 3.20.7.1. *Matriz polimérica isolante*
- 3.20.8. *Nanopolímero*
- 3.20.9. *Plástico*
- 3.20.10. *Polímero biodegradável*
- 3.20.11. *Polímero condutor*
 - 3.20.11.1. *Polímero condutor eletrônico*
 - 3.20.11.1.1. *Polianilina*
- 3.20.12. *Polímero conjugado*
- 3.20.13. *Polímero hidrofílico*
- 3.20.14. *Polímero natural*
 - 3.20.14.1. *Polissacarídeo*
 - 3.20.14.2. *Quitosana*
- 3.20.15. *Polímero orgânico*
- 3.20.16. *Polímero sintético*
 - 3.20.16.1. *Dendrímero*
 - 3.20.16.2. *Poliamida*
- 3.20.17. *Polímero termoplástico*
 - 3.20.17.1. *Poliéster*
 - 3.20.17.2. *Polietileno*
 - 3.20.17.3. *Polipropileno*
- 3.20.18. *Poliiolefina*
- 3.20.19. *Precursor polimérico*
- 3.20.20. *Prepolímero*

4. Métodos e técnicas (Anexo III – j)

- 4.1. *Decapagem*
- 4.2. *Deposição*
 - 4.2.1. *Deposição de camada atômica*
 - 4.2.2. *Deposição por laser pulsado*
 - 4.2.3. *Deposição por sputtering*
- 4.3. *Difração de raios-x*
- 4.4. *Efeito Brillouin*
- 4.5. *Espectroscopia*
 - 4.5.1. *Espectroscopia de fotoelétrons ejetados*
 - 4.5.2. *Espectroscopia de raios-x*
 - 4.5.3. *Espectroscopia de impedância*
 - 4.5.3.1. *Espectroscopia de impedância eletroquímica*
 - 4.5.4. *Espectroscopia não linear*
 - 4.5.5. *Espectroscopia óptica*
 - 4.5.6. *Espectroscopia Raman / Efeito Raman*
- 4.6. *Lift-off*
- 4.7. *Litografia*
 - 4.7.1. *Fotolitografia*
 - 4.7.2. *Litografia de nanoimpressão / Litografia por nanoimpressão*
 - 4.7.3. *Litografia óptica*
 - 4.7.4. *Litografia por feixe de elétrons*

- 4.7.5. *Litografia por feixe de íons*
- 4.8. *Método BET*
- 4.9. *Método de análise térmica / Método termo-analítico*
 - 4.9.1. *Análise térmica diferencial*
 - 4.9.2. *Análise termogravimétrica / Termogravimetria*
 - 4.9.3. *Calorimetria diferencial de varredura / Calorimetria exploratória diferencial*
- 4.10. *Método de Rietveld*
- 4.11. *Método físico*
 - 4.11.1. *Redução de tamanho por moagem*
 - 4.11.1.1. *Moagem de alta energia*
 - 4.11.1.1.1. *Moagem mecânica*
 - 4.11.1.1.2. *Moagem reativa*
 - 4.11.2. *Solidificação rápida*
- 4.12. *Método químico*
 - 4.12.1. *Método de coprecipitação*
 - 4.12.2. *Método dos precursores poliméricos / Método Pechini*
 - 4.12.3. *Método sol-gel*
 - 4.12.4. *Passivação*
 - 4.12.5. *Redox*
 - 4.12.6. *Redução carbotérmica*
- 4.13. *Microscopia*
 - 4.13.1. *Microscopia de força atômica*
 - 4.13.2. *Microscopia de tunelamento*
 - 4.13.3. *Microscopia eletrônica*
 - 4.13.3.1. *Microscopia eletrônica de transmissão*
 - 4.13.3.2. *Microscopia eletrônica de varredura*
 - 4.13.3.2.1. *Microscopia de varredura por sonda*
 - 4.13.4. *Microscopia ótica*
- 4.14. *Polimerização*
- 4.15. *Processo cerâmico*
 - 4.15.1. *Prensagem isostática*
 - 4.15.2. *Pirólise*
 - 4.15.3. *Secagem*
 - 4.15.4. *Sinterização*
- 4.16. *Síntese de material*
 - 4.16.1. *Síntese de nanopartícula*
 - 4.16.2. *Síntese de nanotubo*
- 4.17. *Técnica de preparo de nanoestruturas*
 - 4.17.1. *Bottom-up*
 - 4.17.2. *Polimerização por plasma*
 - 4.17.3. *Top-down*

5. Propriedades (Anexo III – k)

- 5.1. *Caracterização*
 - 5.1.1. *Caracterização estrutural*
- 5.2. *Espectro de amplificação Brillouin*
- 5.3. *Grandeza física*
 - 5.3.1. *Área*

- 5.3.1.1. *Área superficial específica*
- 5.3.2. *Atividade catalítica*
- 5.3.3. *Campo elétrico*
- 5.3.4. *Capacitância*
- 5.3.5. *Carga elétrica*
- 5.3.6. *Condutância*
- 5.3.7. *Condutividade térmica*
- 5.3.8. *Concentração*
- 5.3.9. *Densidade*
- 5.3.10. *Dimensão*
 - 5.3.10.1 *Escala micrométrica*
 - 5.3.10.2. *Escala nanométrica*
 - 5.3.10.2.1. *Nanômetro*
 - 5.3.10.3. *Escala nanoscópica*
- 5.3.11. *Energia*
 - 5.3.11.1. *Energia cinética*
- 5.3.12. *Força*
- 5.3.13. *Potência*
 - 5.3.13.1. *Potência óptica*
- 5.3.14. *Pressão*
- 5.3.15. *Temperatura*
- 5.3.16. *Tempo*
- 5.3.17. *Velocidade*
- 5.3.18. *Voltagem*
- 5.3.19. *Volume*
- 5.4. *Propriedade elétrica*
 - 5.4.1. *Constante dielétrica*
- 5.5. *Propriedade eletroquímica*
 - 5.5.1. *Potencial de corrosão*
- 5.6. *Propriedade mecânica*
 - 5.6.1. *Atrito*
 - 5.6.2. *Dureza*
 - 5.6.3. *Elasticidade*
 - 5.6.4. *Rugosidade*
- 5.7. *Propriedade termodinâmica*
 - 5.7.1. *Entalpia*
 - 5.7.2. *Entropia*

6. Teorias (Anexo III – I)

- 6.1. *Teoria física*
 - 6.1.1. *Física quântica*
 - 6.1.1.1. *Mecânica quântica*

O subdomínio que apresentou mais classes e subclasses foi o de *Materiais* (218), seguido de *Métodos e Técnicas* (63), *Propriedades* (42), *Equipamentos* (18), *Aplicações* (17)

e *Teorias* (3), totalizando 361 classes e subclasses. Não estão incluídas neste cálculo as classes sinônimas (que na estrutura acima, estão separadas por uma “/” – barra) que são 22.

A Figura 17 apresenta a interface da ferramenta Protégé com a estrutura descrita acima já implementada:

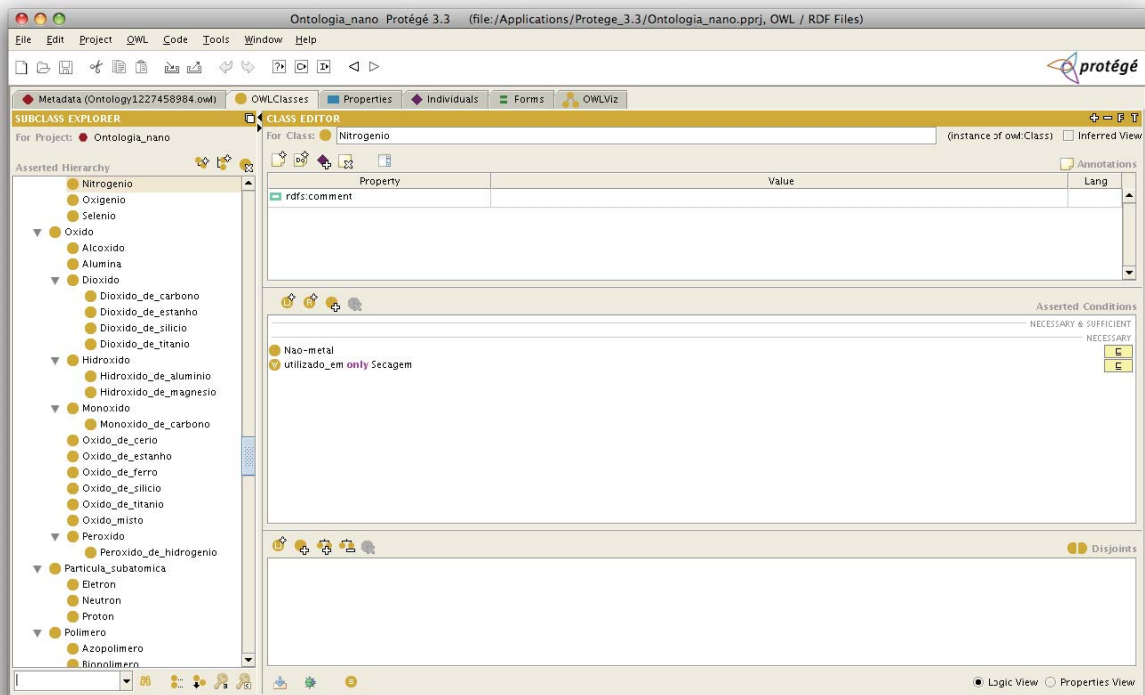


Figura 17 – Resultados implementados na ferramenta Protégé

Apresentamos no Anexo III a estrutura ontológica apresentada acima gerada pelo *plug-in* OWLViz da ferramenta Protégé.

CONCLUSÕES

A Engenharia Ontológica é um vasto campo a ser explorado por pesquisadores de disciplinas diversas que têm estudado e aplicado, cada vez mais, seus conhecimentos na criação de uma metodologia que permita a criação e reuso de ontologias. Há, nestas disciplinas distintas, conceitos que se interpolam e se confundem, permitindo que se trate de conceitos relativos às ontologias de maneiras diversas e complementares. Aquilo que a Computação entende por ontologias, os formalismos que ela adota para sua criação e manipulação beneficiam o poder de descrição semântica de um dado vocabulário por parte de um lexicólogo/terminólogo, conferindo-lhe também a possibilidade de realizar uma aplicação computacional para seu trabalho, se assim o quiser. Logo, podemos afirmar que tais formalismos garantem um processo definitório mais consciente, uma vez que, para o tratamento informático do léxico, as ambigüidades, inconsistências e imprecisões devem ser minimizadas. Para tanto, deve-se ter à disposição um modelo semântico eficiente que estenda a exposição lexical a um nível superior ao da morfologia e da sintaxe fornecendo à máquina condições de inferir e interpretar dados lingüísticos. A esse propósito, a Estrutura *Qualia* representa um método eficaz para uma representação semântica interrelacional, e garantiu a esta pesquisa meios de estabelecer relações de tipologias diversas ao léxico em questão, permitindo que a sua semântica fosse exposta e computacionalmente tratável.

Buscamos, neste trabalho, delinear a área técnico-científica da N&N, uma ciência interdisciplinar e inovadora, cujas técnicas de manipulação de materiais têm obtido investimentos enormes e cujas possibilidades de aplicação são inúmeras. A definição de sua estrutura conceitual permitirá que o produto terminográfico seja coeso e uniforme. Por outro lado, essa mesma estrutura, quando dotada de formalismos, pode também servir como um léxico computacional que sirva para alimentar sistemas de PLN.

A utilização de um *cópus* tornou esta pesquisa realizável e sua construção seguiu preceitos fundamentais da Lingüística de *Cópus*. A observação dos fenômenos lingüísticos por meio de um processador de *cópus* ressalta a importância desse tipo de ferramenta e a necessidade de automatização das pesquisas em Lingüística, de um modo geral. O alto nível de conhecimento do uso dessas ferramentas, por parte do pesquisador, aprimora os resultados da pesquisa e permite uma adaptação dessas ferramentas às necessidades particulares de cada investigação científica.

Embora a N&N seja uma área de especialidade multidisciplinar que se utiliza de conceitos e técnicas da Física, Química, Biologia, Medicina, Engenharia de Materiais e áreas afins, o que percebemos é que pesquisadores em N&N têm criado novos materiais (em sua maioria, aqueles em escala nanométrica) e esses devem ser nomeados. Procuramos, dessa forma, estudar também esses novos termos e os processos aí envolvidos. Destacamos, assim, a partícula *nano-* como formadora desses itens neológicos especializados e os métodos envolvidos nesse levantamento.

Salienta-se ainda que os resultados alcançados podem ser estendidos a partir do modelo proposto. As 361 classes e subclasses apresentadas representam o domínio da N&N, mas não integralmente. Essa delimitação deve-se, em primeiro lugar, à extensão do domínio e, posteriormente, ao grande tempo requerido por tarefas como:

- resgate de conceitos;
- observação das diversas ocorrências de um mesmo termo;
- co-relações com termos semelhantes;
- o real estatuto de termo de determinadas lexias;
- identificação do equivalente em português, em casos nos quais preferiu-se pelo uso de um termo estrangeiro;

- pertinência de um termo a duas superclasses distintas – em qual delas o termo estaria melhor representado e de qual superclasse há uma herança conceitual mais clara?

Esses são alguns exemplos de entraves encontrados no desenvolvimento dessa pesquisa. Entretanto, uma vez resolvidos, facilitará enormemente o trabalho do terminólogo, no momento da elaboração do produto terminográfico.

As contribuições deste trabalho fazem-se sentir em áreas como:

- a Linguística: por meio do estabelecimento de uma metodologia, fundamentalmente embasada em ferramentas computacionais, que permite a observação de termos em uso e sua estruturação a partir de critérios semânticos;
- as Ciências da Computação: que se beneficia de conceitos lingüísticos no seu fazer e pode re-aproveitar os resultados obtidos para avaliação e uso real de uma ferramenta computacional que se sirva de informações semânticas;
- a área de N&N: cuja sistematização vocabular permite que pesquisadores da área possuam uma fonte de referência no que tange suas práticas. Ademais, a recolha de termos em língua portuguesa, variante brasileira, contribui para o desenvolvimento da área no país;
- o ensino em geral: seja para alunos de graduação ou pós-graduação em cursos afins à N&N, mas também para alunos de Ensino Médio, tendo em vista que a multidisciplinaridade da N&N promove o conhecimento da Física, da Química e da Biologia.

As possibilidades iniciadas neste trabalho vão além daquilo que obtivemos. Esperamos que a ontologia ora proposta auxilie, de fato, no processo de elaboração do

dicionário de N&N em língua portuguesa do Brasil, mas também que possa ter utilidade e aplicação real em sistemas de PLN.

Além da elaboração da ontologia em si, esperamos ter proposto uma metodologia para a elaboração de novas representações do conhecimento valendo-nos de preceitos observados na Lingüística de Córpus, na Terminologia e nos formalismos computacionais que buscamos seguir. Esses métodos podem ser consolidados em re-aplicações futuras, em nível de doutorado, e no aprofundamento dos estudos teóricos aqui iniciados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, G. M. B. *Neologismos na informática: natureza e deriva de um vocabulário*. 1995. 218 f. Dissertação (Mestrado em Lingüística e Língua Portuguesa)–Faculdade de Ciências e Letras de Araraquara, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 1995.

_____; ALUÍSIO, S. M.; OLIVEIRA JR, O. N.; OLIVEIRA, L. H. M.; FELIPPO, A. D; GENOVES JR, L. C.; SOARES, L. G.; MATTOS, D. F.; COLETI, J. S. Recolha e sistematização de corpora para elaboração do primeiro dicionário-piloto em Nanociência e Nanotecnologia em Língua Portuguesa. In: JORNADA DA REDE PANLATINA DE TERMINOLOGIA (REALITER'06), 2006, Rio de Janeiro. Anais... Paris: União Latina, 2007. Disponível em: <<http://www.realiter.net/spip.php?article559>>. Acesso em: 21 set. 2007.

ALVES, I. M. A integração dos neologismos por empréstimo ao léxico português. *Alfa*, v. 28, São Paulo: EDUNESP, p. 119-126, 1984.

_____. *Um estudo sobre a neologia lexical: os microssistemas prefixais do português contemporâneo*. 2000. Tese (Livre-Docência)–Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

_____. *Neologismo: Criação lexical*. 3^a.ed. São Paulo: Ática, 2007.

BANERJEE, S.; PEDERSEN, T. The Design, Implementation, and Use of the Ngram Statistics Package In: CONFERENCE ON INTELLIGENT TEXT PROCESSING AND COMPUTATIONAL LINGUISTICS, 4., 2003, Cidade do México. *Proceedings...*, Cidade do México, 2003, p. 370-381. Disponível em: <<http://www.d.umn.edu/~tpederse/Pubs/cicling2003-2.pdf>>. Acesso em: 29 abr. 2008.

BERNERS-LEE, T.; HENDLER, J.; LASSILA, O. The Semantic Web. *Scientific American*. p. 35-43, Maio de 2001. Disponível em: <<http://www.sciam.com/article.cfm?id=the-semantic-web>>. Acesso em: 24 jan. 2008.

BIDARRA, J. Notas para a especificação de um léxico computacional, baseadas em dados de parafasia semântica. In: CBCOMP2002 - WORKSHOP DE INFORMÁTICA APLICADA À SAÚDE, 2., 2002, Itajaí. *Anais do...* Itajaí, 2002. Disponível em: <<http://200.169.53.89/download/CD%20congressos/2002/2%20CBComp/html/artigos/workshop/wsp024.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2009.

BORST, W. N.: *Construction of Engineering Ontologies for knowledge sharing and reuse*. 1997, 227 f. Tese – Universidade de Twente. Enschede, Holanda, 1997. Disponível em <<http://doc.utwente.nl/17864/1/t0000004.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2009.

BOULANGER, J. C. La création lexicale et la modernité. *Le langage et l'homme*, vol. XXV n°. 4, décembre-1990.

BRICKLEY, D.; GUHA, R.V. (eds.). *Resource Description Framework (RDF) Schema Specification 1.0. W3C Recommendation*, 10 February 2004. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/rdf-schema>>. Acesso em: 24 jan. 2008.

CABRÉ, M. T. La neologia com a mesura de la vitalitat interna de les llengües. In: CABRÉ, M.T.; FREIXA, J.; SOLÉ, E. (orgs.) *La neologia en el tombant de segle*. Barcelona: Institut Universitari de Lingüística Aplicada, 2000.

_____. Introdução. In: CABRÉ, M. T.; ESTOPÀ, R.; TEBÉ C. (eds.) *La terminología en el siglo XXI*. Barcelona: Institut Universitari de Lingüística Aplicada, 2006, p. 25.

CAMPOS, M. L. A.; GOMES, H. E. Organização de domínios de conhecimento e os princípios rangenathianos. *Perspectivas em ciências da informação*, Belo Horizonte, v. 8, n. 2, p. 150-163, jul./dez. 2003.

CANO, W. M. Prefixação no vocabulário técnico-científico. *Alfa*, v.42, n.esp., p. 71-91, 1998.

CHAVES, A. Nanociência e Nanotecnologia. *ComCiência*, SBPC, 2002. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagens/nanotecnologia/nano17.htm>>. Acesso em: 12 abr. de 2007.

CORREIA, M.; LEMOS, L. S. P. *Inovação lexical em português*. (Cadernos de Língua Portuguesa 4). Lisboa: Edições Colibri e Associação de Professores de Português, 2005.

CUNHA, C.; CINTRA, L. F. L. *Nova gramática do português contemporâneo*. 3ª. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2001.

DUARTE, E. A.; CERQUEIRA, R. F. P. Análise facetada: um olhar face a modelagem conceitual. *Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação*, Campinas, v. 4, n. 2, p. 39-52, jan./jun. 2007 – ISSN: 1678-765X.

FELIU, J. *Relacions conceptuais i terminologia: anàlisi i proposta de detecció semiautomàtica*. 2004. 247 f. Tese (Doutorado em Lingüística Aplicada)–Institut Univesitari de Lingüística Aplicada, Universitat Pompeu Fabra, Barcelona, 2004. Disponível em: <<http://www.tesisenxarxa.net/TDX-0520104-111213/index.html>>. Acesso em: 15 jan. 2009.

FERREIRA, A. B. H. *Novo Dicionário Eletrônico Aurélio*, versão 5.0. Curitiba: Positivo Informática Ltda., 2004.

FIGUEIREDO, J. L. *As inimagináveis potencialidades da Nanotecnologia*. Departamento de Física da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade do Algarve, Portugal, 2006. Disponível em: <<http://w3.ualg.pt/~jlongras/Entrevista-Mundus-Agosto-2006-20060825are.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2007.

FREITAS, F. L. G. Ontologias e Web Semântica. In: VIEIRA, R.; OSÓRIO, F. (org.) *Anais do XXIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação: Jornada de minicursos em Inteligência Artificial*. Campinas: SBC, 2003, v.8, p. 1-52.

GRUBER, T. R. *Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing*. International Journal Human-Computer Studies 43, p. 907-928, 1995. Disponível em: <<http://tomgruber.org/writing/onto-design.pdf>>. Acesso em 24 jan. 2008.

HATHOUT, N. Pour la construction d'une base de connaissances lexicologiques à partir du Trésor de la Langue française: les maqueurs superficiels dans les définitions spécialisées. *Cahier de lexicologie – Revue Internationale de Lexicologie et de Lexicographie*. Vol LXVIII, p. 137-173, 1996.

HOUAISS, A.; VILLAR, M. S. *Dicionário Houaiss da língua portuguesa*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

JACKENDOFF, R. *Semantics and cognition*. Cambridge: The MIT Press, 1983.

KANT, I. *Crítica da Razão Pura*. Tradução de J. Rodrigues de Mereje. Rio de Janeiro: Tecnoprint, 19??.

KATZ, J. J.; FODOR, J. A. The Structure of a Semantic Theory. *Language*, v. 39, n. 2, p. 170-210, 1963.

KNOBEL, Marcelo. O futuro da nanotecnologia no Brasil: vinte anos não são nada?. *Cienc. Cult.* [online]. Jan./Mar. 2005, vol.57, no.1, p.4-5. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252005000100002&lng=en&nrm=iso>. ISSN 0009-6725. Acesso em: 18 abr. 2007.

KOIVUNEN, M.; MILLER, E. W3C Semantic Web Activity. In: Hyvönen, E. (ed.) SEMANTIC WEB KICK-OFF IN FINLAND - VISION, TECHNOLOGIES, RESEARCH, AND APPLICATIONS, 2001, Helsinki. *Proceedings...*, Helsinki: HIIT Publications, 2002. Disponível em: <<http://www.cs.helsinki.fi/u/eahyvone/stes/semanticweb/kick-off/proceedings.html>>. Acesso em 18 abr. 2007.

LEHMANN, A.; MARTIN-BERTHET, F. Mot et lexique. In: *Introduction à la lexicologie*. Paris: Dunod, 1998, p. 1-47.

LENCI, A.; BEL, N.; BUSA, F.; CALZOLARI, N.; GOLA, E.; MONACHINI, M.; OGONOWSKI, A.; PETERS, I.; PETERS, W.; RUIMY, N.; VILLEGAS, M.; ZAMPOLLI, A. SIMPLE: A General Framework for the Development of Multilingual Lexicons. *International Journal of Lexicography*, Oxford University Press, v. 13, n. 4, p. 249-263

LERAT, P. *Las lenguas especializadas*. Traducción de Albert Ribas. Barcelona: Editorial Ariel, 1997.

LYONS, J. *Semântica*. Tradução de Wanda Ramos. v. 1. Lisboa: Editorial Presença/Martins Fontes, 1977.

MARTINS, C. A. ; GODOY, D. ; MONARD, M. C. ; MATSUBARA, E. T. ; AMANDI, A. *Uma Experiência em Mineração de Textos Utilizando Clustering Probabilístico e Clustering*

Hierárquico. São Carlos: USP, 2003 (Relatório Técnico ICMC-USP). Disponível em: <<http://labic.icmc.usp.br/bibtex/Martins2003c>>. Acesso em: 18 mar. 2009.

MASOLO, C.; OLTRAMARI, A.; GANGEMI, M.; GUARINO, N.; VIEU, L. La prospettiva dell'ontologia applicata. In: *Rivista di estetica*, n.s., 22, p. 170-183, 2003.

MATSUBARA, E. T.; MONARD, M. C. *Projeto e Implementação do Algoritmo de Aprendizado de Máquina Semi-Supervisionado Cotraining*. São Carlos: USP, 2004 (Relatório Técnico ICMC-USP). Disponível em: <<http://labic.icmc.usp.br/bibtex/Matsubara2004c>>. Acesso em: 18 mar. 2009.

MUNIZ, M. C. M. *A construção de recursos lingüístico-computacionais para o português do Brasil: o projeto Unitex-PB*. 2004. 92 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Computação e Matemática Computacional)–Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004. Disponível em: <<http://infolingu.univ-mlv.fr/brasil/bibliografia/oto/DissMuniz2004.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2007.

NOY, N. F.; FERGERSON, R. W.; MUSEN, M. A. The knowledge model of Protege-2000: Combining interoperability and flexibility. In: *2th International Conference On Knowledge Engineering And Knowledge Management (EKAW'2000)*, Juan-les-Pins, France, 2000. Disponível em: <<http://www.pms.ifi.lmu.de/mitarbeiter/ohlbach/Ontology/Protege/SMI-2000-0830.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2009.

NOY, N. F.; SINTEK, M.; DECKER, S.; CRUBÉZY, M.; FERGERSON, R. W.; MUSEN, M. A. Creating Semantic Web Contents with Protégé-2000. *IEEE Intelligent Systems*, v. 16, n. 2, p. 60-71, 2001.

PARDO, T. A. S. *Métodos para Análise Discursiva Automática*. 2005. 211 f. Tese (Doutorado em Ciências de Computação e Matemática Computacional)–Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005. Disponível em: <<http://www.icmc.usp.br/~tasparado/THESIS-Pardo.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2009.

POTTIER, B. *Linguistique Générale: théorie et description*. 2. ed. Paris: Éditions Klincksieck, 1985.

PUSTEJOVSKY, J. *The Generative Lexicon*. Cambridge: The MIT Press, 1995.

_____; HAVASI, C.; LITTMAN, J.; SAURI, R.; RUMSHISKY, A.; VERHAGEN, M. Towards a Generative Lexical Resource: The Brandeis Semantic Ontology. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON LANGUAGE RESOURCES AND EVALUATION, LREC 2006, 5, 2006, Gênova. *Proceedings...* Disponível em: <<http://www.cs.brandeis.edu/~havasi/LREC-BSO-2.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2009.

RIBEIRO JUNIOR, L. C. *OntoLP: Construção semi-automática de ontologias a partir de textos da língua portuguesa*. 2008. 157f. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada)–Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2008. Disponível em <http://bdtd.unisinos.br/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=603>. Acesso em: 18 mar. 2009.

RIGO, S.; VIEIRA, R. Busca de informação auxiliada por ontologia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 13, 2002, São Leopoldo. *Anais...* São Leopoldo: UNISINOS, 2002. v. 1. p. 596-598.

RODRÍGUEZ, A. M. Universalismo e relativismo lingüístico. *Revista Philologus*, Rio de Janeiro, v. 11, p. 27-37, 1998.

SARACEVIC, T. Ciência da Informação: origem, evolução e relações. *Perspectivas em Ciência da Informação*. Tradução de Ana Maria P. Cardoso. Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 41-62, jan./jun. 1996. Disponível em: <<http://www.eci.ufmg.br/pcionline/index.php/pci/article/view/235/22>>. Acesso em: 15 jan 2009.

SEPPÄLÄ, S. *Composition et formalisation conceptuelles de la définition terminographique*. 2004. 200 f. Tese (Doutorado em Tratamento Informático Multilíngüe)–École de traduction et d'interprétation, Université de Genève, Genebra, 2004. Disponível em: <http://www.unige.ch/eti/termino/pagesperso/pub/seppala_dea.pdf>. Acesso em 16 jan. 2009.

SMITH, M. K.; WELTY, C.; MCGUINNESS, D. L. *OWL Web Ontology Language Guide*. W3C Recommendation, 10 February 2004. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/owl-guide/>>. Acesso em: 24 jan. 2008.

STUDER, R.; BENJAMINS, V. R.; FENSEL, D. Knowledge engineering: principles and methods. In: *Data & Knowledge Engineering*, Amsterdam, v. 25, p. 161-197, 1998.

TELINE, M. F. *Avaliação de Métodos de Extração Automática de Terminologia para textos em Português*, 2004. 145f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação e Matemática Computacional)–Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004. Disponível em: <http://www.nilc.icmc.usp.br/nilc/download/dissertacao_fernanda.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2008.

TOMA, H. E.; ARAKI, K. O gigantesco e promissor mundo do muito pequeno. *Ciência Hoje*. CNPq 2005. Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/materia/view/3440>>. Acesso em: 18 abr. 2007.

VAN HARMELEN, F.; HORROCKS, I.; MCGUINNESS, D. L.; PATEL-SCHNEIDER, P. F. OIL: An Ontology Infrastructure for the Semantic Web. *IEEE Intelligent Systems*, v. 16, n. 2, p. 38-45, 2001. Disponível em: <<http://www.cs.man.ac.uk/~horrocks/Publications/download/2001/IEEE-IS01.pdf>>. Acesso em: 24 jan. 2008.

ZAVAGLIA, C. *Análise da homonímia no português: tratamento semântico com vistas a procedimentos computacionais*, 2002. 360 f., v.I; 199 f., v.II. Tese (Doutorado em Lingüística)–Faculdade de Ciências e Letras de Araraquara, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2002.

_____. O papel do léxico na elaboração de ontologias computacionais: do seu resgate à sua disponibilização. In: MARTINS, E. S.; CANO, W. M.; MORAES FILHO, W. B. (Org.)

Lingüística IN FOCUS - Léxico e morfofonologia: perspectivas e análises. 1 ed. Uberlândia: EDUFU, 2006, v. IV, p. 233-274.

_____; ALUÍSIO, S. M.; NUNES, M. G. V.; OLIVEIRA, L. H. M. Estrutura Ontológica e Unidades Lexicais: uma aplicação computacional no domínio da Ecologia. In: WORKSHOP EM TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E DA LINGUAGEM HUMANA TIL'2007, 5, 2007, Rio de Janeiro. *Anais do XXVII Congresso da SBC*. Rio de Janeiro: IME, 2007. p. 1575-1584.

_____; KASAMA, D. Y. O delineamento de uma Ontologia com vistas ao tratamento computacional: uma proposta para o subdomínio de Ecologia de Comunidade. *Palavra*. v. 12, n. 1, p. 56-74. Volume Temático: Processamento Computacional do Português. Orgs: M.C. Dias e V. Quental. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 2004.

ANEXO I

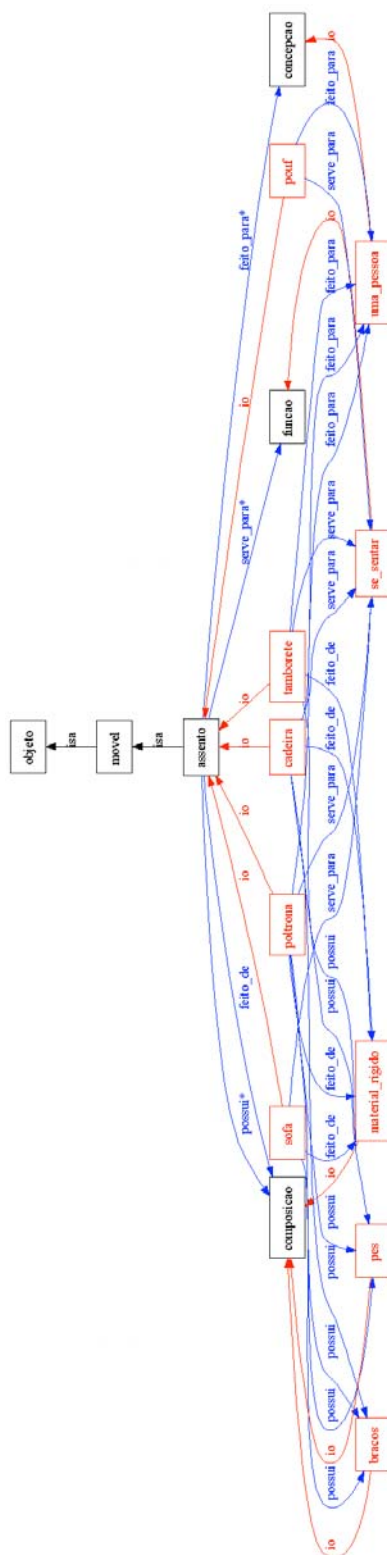
Relações semânticas de Jordan (1992) extraídas de Pardo (2005, p. 18-19)

Relações	Tipo das relações
<i>Identification</i>	<i>Detail</i>
<i>Classification</i>	
<i>Specification</i>	
<i>Appearance</i>	
<i>Characteristics</i>	
<i>Function</i>	
<i>Material</i>	
<i>Parts</i>	
<i>Active</i>	<i>General</i>
<i>Passive</i>	
<i>Agent</i>	
<i>Source</i>	
<i>Assessment</i>	<i>Logical</i>
<i>Basis</i>	
<i>Cause</i>	
<i>Effect</i>	
<i>Emotive Effect</i>	
<i>Purpose</i>	
<i>Means</i>	
<i>Problem</i>	
<i>Solution</i>	
<i>Possibility</i>	<i>Modal</i>
<i>Capability</i>	
<i>Correctness</i>	
<i>Propriety</i>	
<i>Necessity</i>	
<i>Need</i>	
<i>Completion</i>	
<i>Achievement</i>	
<i>Future</i>	
<i>Intention</i>	
<i>Mandate</i>	
<i>Authority</i>	
<i>Determination</i>	
<i>Permission</i>	
<i>Obligation</i>	
<i>Willingness</i>	
<i>Desire</i>	
<i>Time</i>	<i>Time</i>
<i>Before</i>	
<i>After</i>	
<i>Simultaneous</i>	
<i>Inverted Time</i>	
<i>Elaboration</i>	<i>Text manipulation</i>
<i>Summary</i>	

<i>Repetition</i>	
<i>Paraphrase</i>	
<i>Forecast</i>	
<i>Transition</i>	
<i>Collateral Inversion</i>	<i>Special</i>
<i>Concession</i>	
<i>Compatibility</i>	
<i>Contrast</i>	
<i>Comparison</i>	
<i>Conditionals</i>	
<i>Document structures</i>	
<i>Hypothetical-Real</i>	
<i>Transition couplets</i>	
<i>Accompaniment</i>	
<i>Circumstance</i>	<i>Other</i>
<i>Inverted circumstance</i>	
<i>Connection</i>	
<i>Enablement</i>	
<i>Example</i>	
<i>Extent</i>	
<i>Location</i>	
<i>Inverted Location</i>	
<i>Manner</i>	
<i>True</i>	

ANEXO II

Uma proposta de representação semântica para *assentos* baseada na proposta de Pottier (1964)



ANEXO III

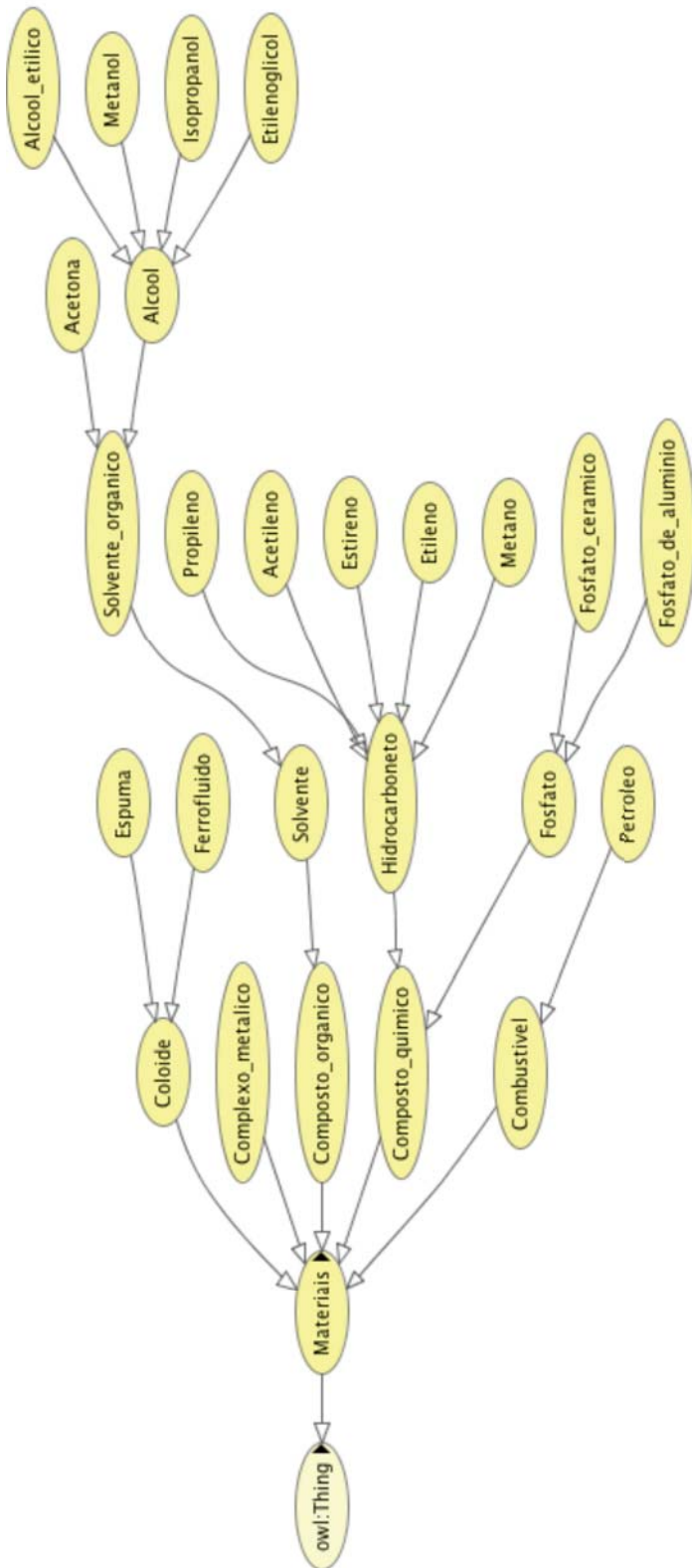
Estruturas arbóreas geradas pelo *plugin* OWLViz

a. Aplicações

b. Equipamentos



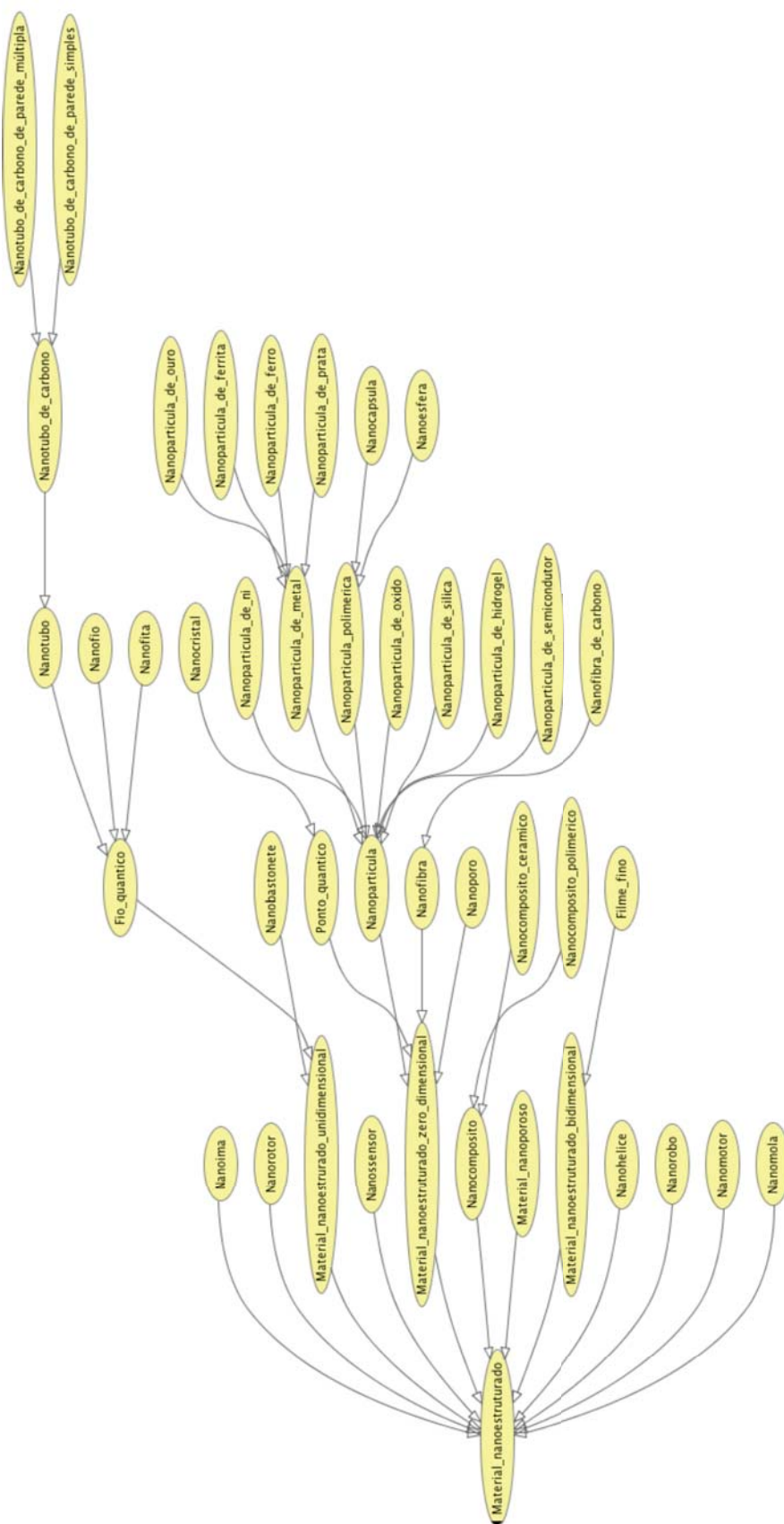
c. Materiais (1)

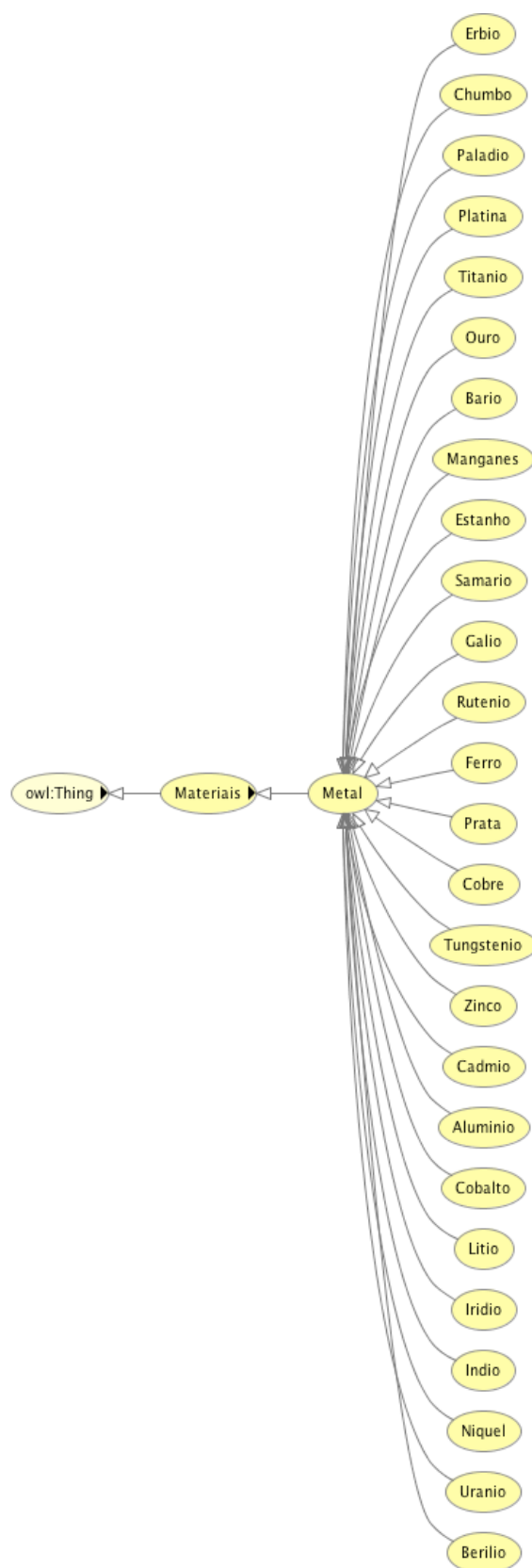


d. Materiais (2)



e. Materiais (3)



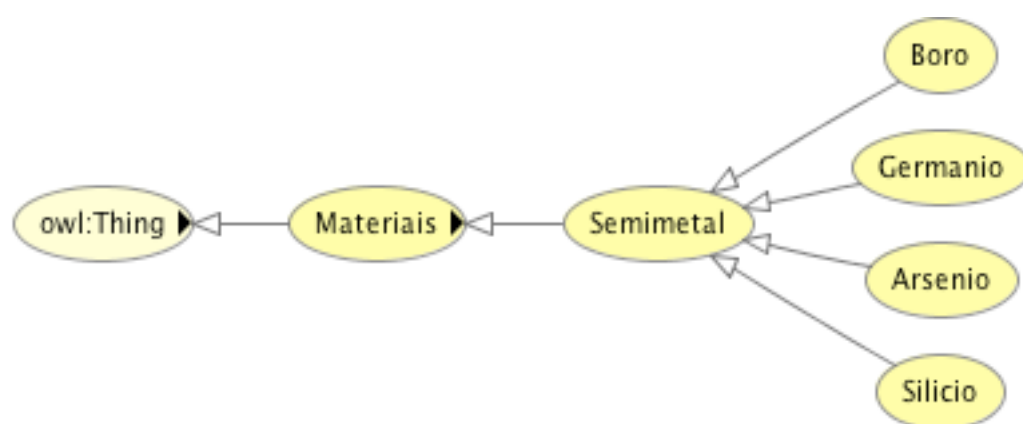
f. Materiais (4)

g. Materiais (5)

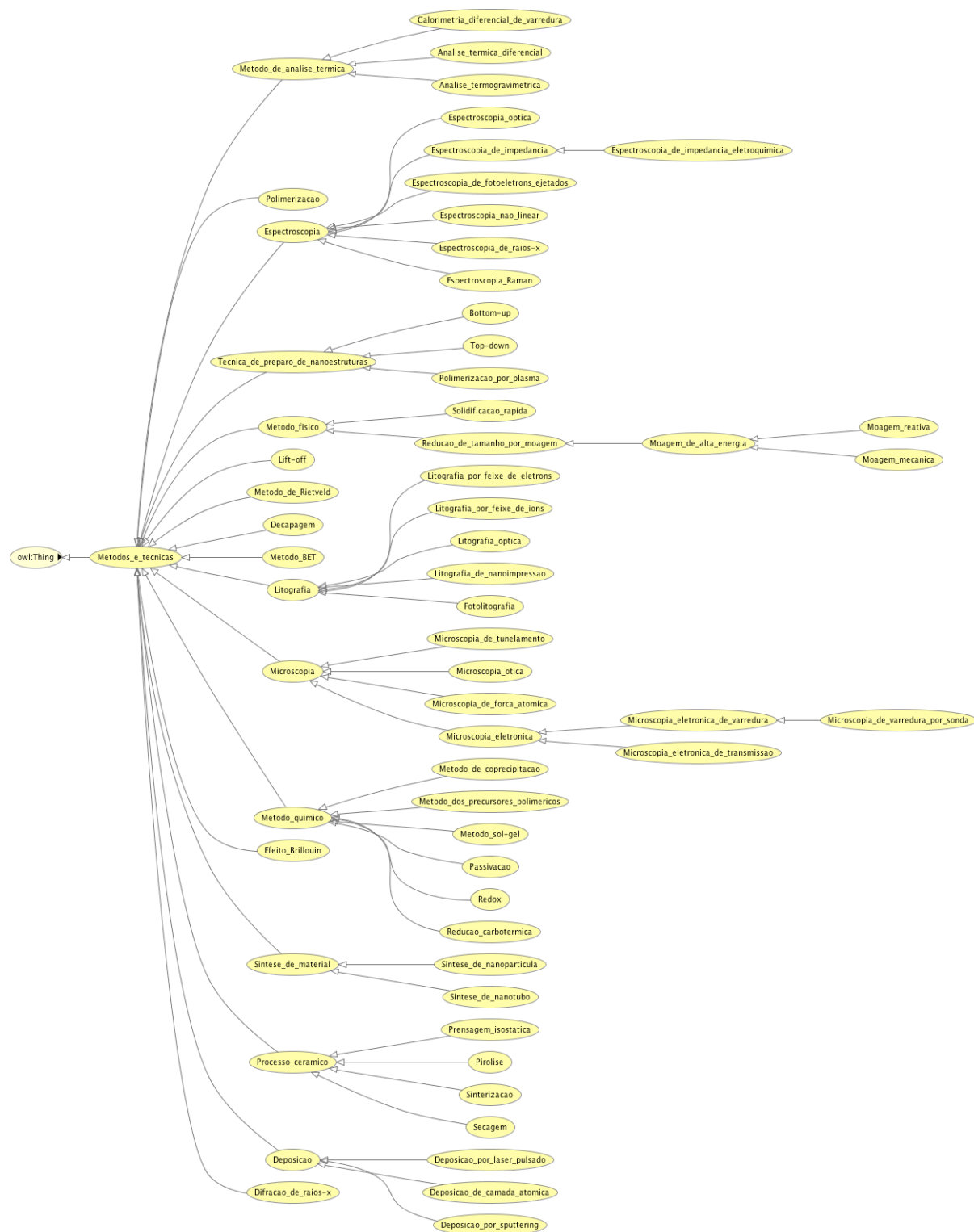


h. Materiais (6)

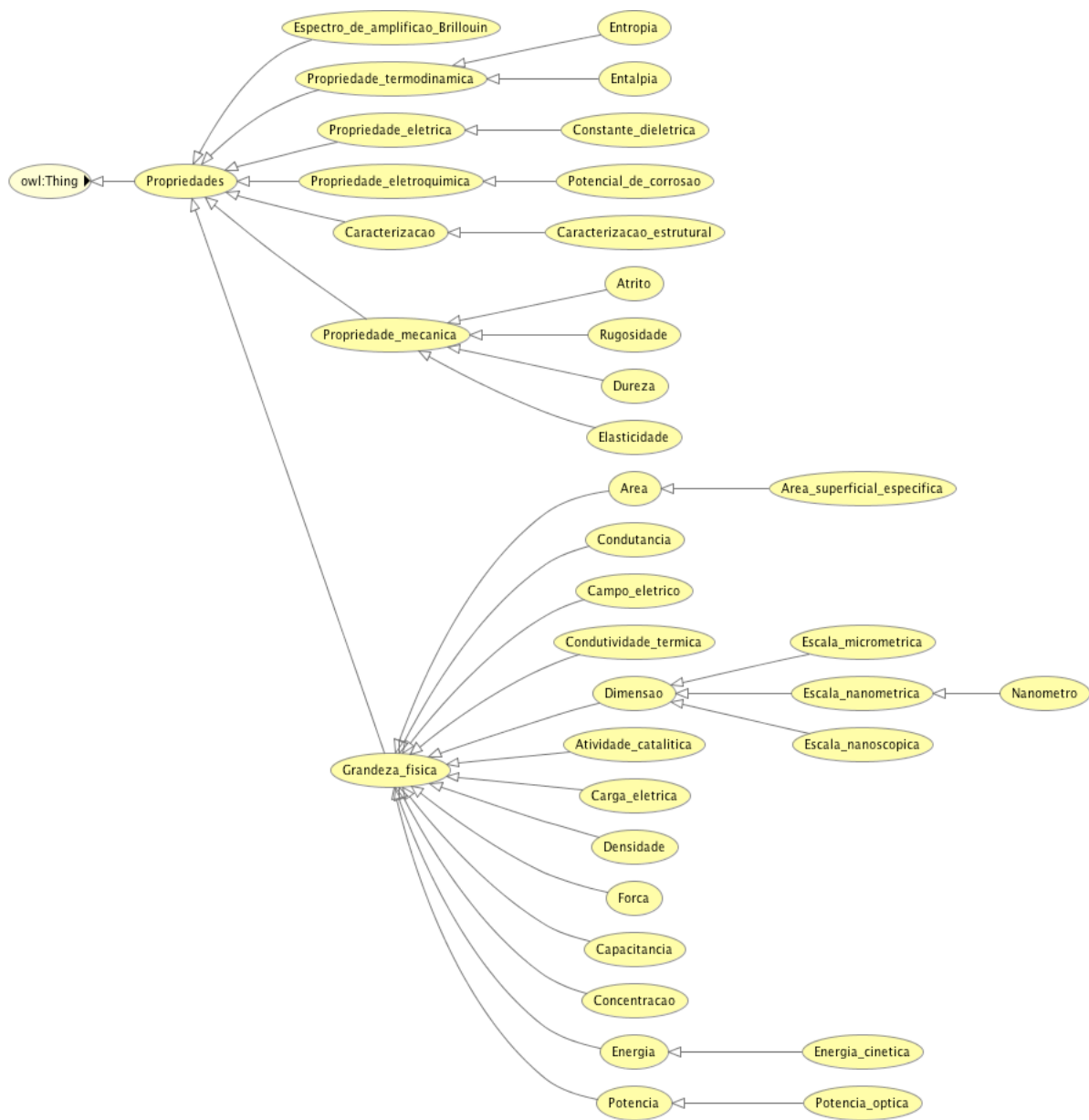


i. Materials (7)

j. Métodos e técnicas



k. Propriedades



1. Teorias



ANEXO IV

Contextos mais relevantes para cada termo ontológico. Quando o termo, que normalmente designa uma classe, não ocorreu no corpus utilizamos o símbolo “Ø”.

1. Aplicações

1.1. Biologia

É subclasse de: Aplicações

Contexto: A *biologia* teria assim, como substrato, a ciência do material genético dos organismos ou genômica.

1.1.1. Bioeconomia

É subclasse de: Biologia

Contexto: Mas o dilema está prestes a voltar. Como tudo na vida, as revoluções econômicas têm um começo e um fim, e o da atual economia está previsto para daqui a algumas décadas. Estamos na segunda metade da era da informação, que deverá durar de 75 a 80 anos e se estenderá até o final da década de 2020. O ciclo seguinte já tem nome: é a *bioeconomia*.

1.1.2. Bioengenharia

É subclasse de: Biologia

Contexto: Os defensores da idéia argumentam que somente outros três Estados estão financiando pesquisas sobre nanofabricação semelhantes, e que ao fazer isso a Grande Lowell se tornará a localização ideal para empresas que precisam levar para o mercado seus projetos que fizeram uso da nanoengenharia e da *bioengenharia*.

1.1.3. Bioinformática

É subclasse de: Biologia

Contexto: A aplicação da ciência computacional na biologia cria uma enorme área do conhecimento. A *bioinformática*, combinação entre ciência biológica e computacional, será uma disciplina fundamental para o desenvolvimento de novas tecnologias agrícolas, pecuárias, imunológicas e terapias.

1.1.4. Biomedicina

É subclasse de: Biologia

Contexto: Na *biomedicina*, o efeito será contínuo nos diagnósticos, tratamentos e no desenvolvimento de materiais biocompatíveis para implantes e próteses.

1.1.5. Biotecnologia

É subclasse de: Biologia

Contexto: Conclui-se este capítulo ressaltando que a *biotecnologia*, em decorrência de seu caráter fronteiro, dinâmico e interdisciplinar, demanda na atualidade uma revisão e reestruturação de marcos regulatórios e do ambiente institucional que a permeia, com destaque para a revisão de princípios de propriedade intelectual e normas de biossegurança.

1.1.6. Genética

É subclasse de: Biologia

Contexto: O desenvolvimento da *genética* e da biologia molecular tem como consequência direta o Projeto Genoma Humano, iniciado em 1990, com o objetivo de mapear e sequenciar todo o genoma do *homo sapiens*.

1.2. Computação

É subclasse de: Aplicações

Contexto: As previsões futuras para o desenvolvimento de áreas como eletroeletrônica, *computação* ou qualquer outro segmento industrial não estarão completas sem instrumentos, peças ou qualquer tipo de desenvolvimento que possa ser medido em nanômetros, medida comparável ao tamanho das partes de um fio de cabelo dividido em 100 mil vezes.

1.2.1. Computação quântica

É subclasse de: Computação

Contexto: *Computação quântica*, por exemplo, é uma técnica que explora as propriedades "misteriosas" da mecânica quântica para processar informação. Mas está a décadas de se tornar realidade, e mesmo assim não é possível saber quão útil será para a maioria das aplicações.

1.3. Eletrônica

É subclasse de: Aplicações

Contexto: A tendência à miniaturização de componentes, observada principalmente na *eletrônica*, através da fabricação em massa de produtos complexos com recursos, tamanho e custo cada vez menores, vem aproximando as indústrias de manufatura e o domínio dos átomos e moléculas. Neste domínio as nanotecnologias prometem revolucionar os mais diversos materiais, produtos e sistemas, bem como suas formas de fabricação.

1.4. Física

É subclasse de: Aplicações

Contexto: Temos de inserir a ciência e a tecnologia na vida do país, objetivando benefícios para a sociedade. E a *física* tem um papel central nesse processo.

1.4.1. Biofísica

É subclasse de: Física

Contexto: Apresentamos um estudo teórico de alguns problemas nas áreas de Nanociência e *Biofísica* utilizando métodos clássicos e quânticos.

1.5. Medicina

É subclasse de: Aplicações

Contexto: Em uma descoberta que interessa tanto à *medicina* quanto à nanotecnologia, Mark Bowick, da Universidade de Siracusa, David Nelson, de Harvard, e Alex Travesset, da Universidade da Iowa, com o apoio da National Science Fundation (NSF), dos Estados Unidos, determinaram como a natureza dispõe partículas elétricas em uma fina camada na superfície de uma esfera.

1.6. Química

É subclasse de: Aplicações

Contexto: É importante ressaltar, todavia, que além do tamanho dos objetos, o que define a nanociência e a nanotecnologia são os novos procedimentos utilizados para se investigar o nanomundo. O estudo e a utilização de objetos nanométricos vêm de longa data. Os químicos, por exemplo, há muito estudam como os átomos se juntam para formar moléculas. Deste modo, a *química* deveria ser incorporada, pelo menos em parte, à nanociência.

1.6.1. Bioquímica

É subclasse de: Química

Contexto: Pesquisas em que a componente biológica é fundamental, com forte vertente na busca de aplicações tecnológicas nos domínios da *Bioquímica*, Medicina e Farmacologia.

1.6.2. Farmacologia

É subclasse de: Química

Contexto: Na verdade, toda a *farmacologia* pode obter avanços revolucionários advindos da N & N: os princípios ativos das drogas podem ser agregados à superfície ou encapsulados no interior de macromoléculas projetadas para serem absorvidas por órgãos específicos do corpo, ou por órgãos afetados por determinadas doenças, onde finalmente liberarão a droga.

1.6.3. Fitoquímica

É subclasse de: Química

Contexto: Três projetos com resultados inovadores em áreas tão distintas como *fitoquímica*, novos materiais e biotecnologia foram escolhidos pela Agência de Inovação da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), a Inova, para serem apresentados no TechConnect Summit 2006.

2. Equipamentos

2.1. Acelerador

É subclasse de: Equipamentos

Contexto: O Professor Lee explicou que conseguiu analisar a estrutura e as características de nanomateriais utilizando um método de “Dispersão de Incidência Rasante”, ou seja, ele analisou a estrutura utilizando raios X de um *acelerador*.

2.1.1. Acelerador de partículas

É subclasse de: Acelerador

Contexto: É inútil recorrer à ficção científica: temos a partir de agora, aqui e agora, com a nossa informática, os nossos circuitos e redes, esse *acelerador de partículas* que quebrou definitivamente a órbita referencial das coisas (Baudrillard, s/d:9).

Sinônimo: Acelerador linear de partículas

2.1.1. Acelerador linear de partículas

É subclasse de: Acelerador

Contexto: O ESS deverá consumir nada menos do 10 megawatts, constituindo-se no maior *acelerador linear de partículas* (LINAC) do mundo. Sua capacidade será tamanha que ele possuirá dois alvos para seus feixes de partículas, podendo servir simultaneamente a duas equipes de cientistas.

Sinônimo: Acelerador de partículas

2.2. Almofariz

É subclasse de: Equipamentos

Contexto: As pastilhas usadas nas análises foram preparadas misturando-se em *almofariz* 0,4 mg das nanoesferas em 200 mg de KBr. As pastilhas foram prensadas e as amostras analisadas

2.2.1. Almofariz de ágata

É subclasse de: Almofariz

Contexto: O material obtido da pirólise da resina foi desagregado em *almofariz de ágata* e peneirado (peneira de 100 mesh).

2.3. Atuador

É subclasse de: Equipamentos

Contexto: *Atuadores* são dispositivos elétricos, eletrônicos ou mecânicos. Por exemplo, em caso de superaquecimento do motor do carro, o *atuador* identifica a temperatura excessiva e determina que o motor seja desligado através de um comando elétrico/eletrônico.

2.4. Forno a arco

É subclasse de: Equipamentos

Contexto: O *forno a arco* utilizado na preparação da liga é mostrado na figura 3.1a e botões de liga recém fundidos são mostrados nas figuras 3.1b e 3.1c.

2.5. Fotoalinhadora

É subclasse de: Equipamentos

Contexto: As *fotoalinhadoras* que utilizam microscópio óptico para fazer o alinhamento permitem um alinhamento mecânico da ordem de aproximadamente 0,25µm, contanto que as marcas de alinhamento sejam projetadas para que mesmo com as limitações do microscópio óptico seja possível esta resolução [16].

2.6. Microscópio

É subclasse de: Equipamentos

Contexto: A olho nu, podemos ver coisas tão pequenas quanto a ponta de u alfinete de aproximadamente 50 µm. Entretanto, distintos tipos de lupas têm permitido aos homens ir além desse limite, já antes da existência dos *microscópios*. Inventados há cerca de 400 anos, estes instrumentos foram permitindo observar novas estruturas e formas de vida. Dependendo do tipo de *microscópio* e de seu poder de resolução, é possível observar diferentes tipos e tamanhos de estruturas.

2.6.1. Microscópio óptico

É subclasse de: Microscópio

Contexto: Os microscópios mais tradicionais são os óticos, que funcionam com a luz visível e u conjunto de lentes, e nos permitem observar estruturas micrométricas de até 200 nm, mas não menores.

2.6.2. Microscópio eletrônico

É subclasse de: Microscópio

Contexto: Se quisermos observar mais detalhes do objeto em questão, precisamos utilizar lentes que ampliem a imagem. Essas lentes vão de uma simples lupa até sistemas altamente sofisticados, como é o caso dos *microscópios eletrônicos*, passando por microscópios ópticos (ou de luz).

2.6.2.1. Microscópio eletrônico de varredura

É subclasse de: Microscópio eletrônico

Contexto: Já o *microscópio eletrônico de varredura* (MEV) usa um feixe de 2 a 3 nm de elétrons, que varrem a superfície da amostra para gerar elétrons secundários, oriundos do material analisado, que são detectados por um sensor. Alguns destes elétrons secundários são processados e eventualmente traduzidos como uma série de pixels em um monitor. Para cada ponto no qual o elétron interage e gera elétrons secundários, um pixel correspondente é gerado e mostrado no visor. A imagem final formada no MEV dá a impressão de três dimensões.

2.6.2.2. Microscópio eletrônico de transmissão

É subclasse de: Microscópio eletrônico

Contexto: O *microscópio eletrônico de transmissão* (MET) projeta elétrons através de uma fatia muito fina do material a ser analisado (normalmente da ordem de 70-100 nm de espessura), para produzir uma imagem bi-dimensional em uma tela fosforescente ou filme fotográfico (Figura 5.1). O brilho de uma área em particular é proporcional ao número de elétrons que são transmitidos através do material.

2.6.3. Microscópio de força atômica

É subclasse de: Microscópio

Contexto: O *Microscópio de Força Atômica* (AFM) surgiu a partir da modificação do STM, combinando com um profilômetro Stylus (aparelho usado para medir rugosidade de materiais em escala microscópica). Este ano comemora-se 20 anos de invenção deste equipamento, também desenvolvido pelos cientistas G. Binnig, H. Rohrer e colaboradores. A técnica permite obter imagens de alta resolução da superfície de qualquer material em diferentes meios como ar, líquidos, atmosferas de gases inertes, etc.

2.6.4. Microscópio de raios-x

É subclasse de: Microscópio

Contexto: Como exigem fontes de fótons extremamente brilhantes, os *microscópios de raios-X* são ainda muito raros, sendo encontrados apenas junto de fontes de luz síncrotron.

2.6.5. Microscópio de tunelamento

É subclasse de: Microscópio

Contexto: Há ainda o *microscópio de tunelamento* que, apesar de preciso, é extremamente lento, já que permite apenas o movimento de uma única partícula por vez.

2.7. Perfilômetro

É subclasse de: Equipamentos

Contexto: O *perfilômetro* é um equipamento de medida mecânica de perfis ou topologia de filmes. É um método não destrutivo. A medida consiste da passagem de uma agulha sobre o filme, como mostra a Fig. B2, o qual deve ter pelo menos um degrau para a

medida ser efetuada. Pode-se medir a altura de um degrau de corrosão e obter a taxa de corrosão com a divisão da medida do degrau pelo tempo de corrosão.

2.8. Precipitador

É subclasse de: Equipamentos

Contexto: No Brasil, o *precipitador* faz parte do processo de várias empresas, principalmente com o intuito de remover partículas que poderiam ser emitidas à atmosfera, como no caso da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), a Companhia Siderúrgica Paulista (Cosipa), a Santa Marina, a Cebrace Cristal Plano, a Aracruz Papel e Celulose, a Klabin, a Suzano, entre outras.

2.8.1. Precipitador eletrostático

É subclasse de: Precipitador

Contexto: O *precipitador eletrostático* é muito empregado industrialmente, principalmente por possuir altas eficiências de remoção, mesmo para partículas mais finas, além de operar a elevadas temperaturas, possuir baixa perda de carga, baixo custo de operação e longa vida útil (Parker, 1997). Outra vantagem dos precipitadores, apontada por Masuda e Hosokawa (1995), é que eles não consomem muita energia elétrica, ponto importante no contexto atual de redução no consumo deste bem, devido à limitação da quantidade de energia gerada frente ao aumento da população mundial. O princípio de seu funcionamento está detalhado na Figura 2.3, e consiste no fornecimento de carga elétrica às partículas, através da ionização do gás pelo efeito corona e posterior migração destas, causada por um alto campo elétrico, em direção às placas aterradas. Depois de coletadas, a camada de partículas formada é removida, para posterior descarte.

3. Materiais

3.1. Colóide

É subclasse de: Materiais

Contexto: Millikan tinham um raio médio de 2,8 micra (2800 nm), enquanto as pequenas esferas da experiência de Perrin, apenas 0,2 microm (200 nm!). Esses estudos fundamentais tornavam mais acessível o mundo do *colóides*, que tinha também um guru, o químico Wolfgang Ostwald (1883-1943), que escreveu um livro chamado O Mundo das Dimensões Esquecidas (1914, mas publicado apenas depois da 1ª Guerra Mundial). Acreditava-se que a ciência dos *colóides* teria grandes aplicações com promessas para a indústria e para a Medicina.

3.1.1. Espuma

É subclasse de: Colóide

Contexto: Nas *espumas* atuais, a resistência e a flexibilidade são propriedades opostas: quando uma aumenta, a outra necessariamente diminui. Com a *espuma* de nanotubos, porém, essa oposição deixa de existir.

3.1.2. Ferrofluido

É subclasse de: Colóide

Contexto: *Ferrofluidos* São colóides magnéticos onde partículas de óxido de ferro com dimensões típicas da dezena de nanômetros, carregadas eletricamente (IFF) ou envoltas por surfactantes (SFF) são dispersas em um meio líquido polar ou apolar (Fig. 2). Assim, esses materiais são fluidos mas com alta susceptibilidade

magnética (como um ímã líquido). São utilizados em diferentes dispositivos tecnológicos: selos magnéticos, vetores de droga (em tratamentos de tumores), transporte de combustível em satélites, tintas magnéticas (para aviões "invisíveis" ao radar) etc.

3.2. Combustível

É subclasse de: Materiais

Contexto: Os *combustíveis* obtidos da conversão do metano são produtos de grande qualidade, pois se pode eliminar o enxofre antes de se iniciar o processo e o conteúdo de nitrogênio é mínimo.

3.2.1. Petróleo

É subclasse de: Combustível

Contexto: Essa é a tecnologia que poderá vir a substituir os combustíveis fósseis, como o *petróleo* – que além de ser uma fonte finita de energia é poluente – pelo hidrogênio, proveniente da biomassa.

3.3. Composto químico

É subclasse de: Materiais

Contexto: “O estudo dos *compostos químicos* encontrados nas plantas, como os sesquiterpenos e poliacetilenos, associado à pesquisa cromossômica permitiu constatar a existência de três espécies”, diz Maria Tereza.

3.3.1. Fosfato

É subclasse de: Composto químico

Contexto: O *fosfato* e o nitrito contribuíram para a formação das coordenadas positivas de ambos os eixos, a salinidade para a formação da negativa do eixo 1 e positiva do eixo 2 e o oposto para os coliformes totais, coordenada positiva do eixo 1 e negativa do eixo 2 (Fig. 42).

3.3.1.1. Fosfato cerâmico

É subclasse de: Fosfato

Contexto: Ao mesmo tempo, têm sido proposta aplicações dos *fosfatos cerâmicos* como catalisadores (substância empregada para acelerar a velocidade de reações químicas) para a decomposição de alcoóis.

3.3.1.2. Fosfato de alumínio

É subclasse de: Fosfato

Contexto: “O *fosfato de alumínio* é mais barato que o dióxido de titânio, que é um catalisador da oxidação da resina das tintas sob a ação da luz. Isso causa um maior envelhecimento do produto, especialmente em exteriores. Já o *fosfato de alumínio* não catalisa a oxidação de resinas, oferecendo maior durabilidade às tintas”, diz.

3.3.2. Hidrocarboneto

É subclasse de: Composto químico

Contexto: Os filmes de carbono podem ser obtidos a partir dos gases *hidrocarbonetos* como o metano, etano, butano, propano, acetileno, propileno e benzeno ou a partir de uma mistura de gases.

3.3.2.1. Acetileno

É subclasse de: Hidrocarboneto

Contexto: É interessante notar que se a fonte de carbono for pobre em hidrogênio, como é o caso do *acetileno*, a formação de carbono filamentar e encapsulante é favorecida.

3.3.2.2. Estireno

É subclasse de: Hidrocarboneto

Contexto: O *estireno*, que actua como um agente promotor de reticulações está, neste caso, homogeneamente disperso no sistema e assim, a densidade de reticulações aumenta em grande extensão, relativamente ao nanocompósito obtido por mistura simultânea.

3.3.2.3. Etileno

É subclasse de: Hidrocarboneto

Contexto: Por exemplo, o polietileno, que é obtido pela polimerização do *etileno* ($\text{H}_2\text{C} = \text{CH}_2$), não tem qualquer semelhança com essa espécie química apesar do nome, pois é formado por cadeias tipicamente saturadas (sem duplas ligações).

3.3.2.4. Metano

É subclasse de: Hidrocarboneto

Contexto: No nosso caso utilizaremos o *metano* e a mistura metano-nitrogênio como gases precursores e o silício como substrato.

3.3.2.5. Propileno

É subclasse de: Hidrocarboneto

Contexto: O *propileno* é um gás hidrocarboneto produzido principalmente a partir do refino do petróleo. As cadeias de polipropileno consistem de um mero com um átomo de carbono assimétrico que pode ser preferencialmente adicionado no modo cabeça-cauda e minoritariamente no modo cabeça-cabeça (ou cauda cauda) (Figura 2.1).

3.4. Complexo metálico

É subclasse de: Materiais

Contexto: Entretanto, o papel dos *complexos metálicos* na nanotecnologia não se restringe à sua função estrutural. O elemento metálico, além de abranger a maior parte da tabela periódica, ainda pode apresentar estados de oxidação múltiplos, tanto positivos como negativos. E há, ainda, uma outra vantagem: os *complexos metálicos* proporcionam geometrias moleculares bastante diversificadas.

3.5. Composto orgânico

É subclasse de: Materiais

Contexto: Existe uma certa dificuldade de se combinar *compostos orgânicos* e inorgânicos, pois os componentes orgânicos não são estáveis como os componentes inorgânicos em altas temperaturas.

3.5.1. Solvente

É subclasse de: Composto orgânico

Contexto: *Solventes* são substâncias de trato difícil, como a acetona, que serve tanto para tirar esmalte de unha quanto para purificar cocaína - razão pela qual seu uso tem sido controlado.

3.5.1.1. Solvente orgânico

É subclasse de: Solvente

Contexto: Como plastificantes, foram usados distintos *solventes orgânicos* misturados em câmara seca nas proporções indicadas na Tab. 2.1.

3.5.1.1.1. Acetona

É subclasse de: Solvente orgânico

Contexto: Após a evaporação da *acetona*, esta é submetida a um processo de metalização com ouro, para evitar o efeito de estática de cargas elétricas.

3.5.1.1.2. Álcool

É subclasse de: Solvente orgânico

Contexto: Esses materiais, além de apresentarem uma composição ainda mais hidrófila em relação aos seus antecessores, possuem alta concentração de solventes orgânicos, como *álcool* e água, que se comportam como plastificantes de cadeia (Kalachandra &

3.5.1.1.2.1. Álcool etílico

É subclasse de: Álcool

Contexto: Os cientistas brasileiros utilizaram o método solvotermal para a obtenção dos nanotubos. Nesse método, utiliza-se o *álcool etílico* como fornecedor de carbono e magnésio metálico como agente redutor. Ambos são submetidos a uma temperatura de 600°C e a uma pressão de 5 mil atmosferas.

Sinônimo: Etanol

3.5.1.1.2.1. Etanol

É subclasse de: Álcool

Contexto: O *etanol*, além de funcionar como fonte de carbono, produz radicais de oxigênio e hidroxila que favorecem a melhor qualidade do diamante [17].

Sinônimo: Álcool etílico

3.5.1.1.2.2. Etilenoglicol

É subclasse de: Álcool

Contexto: A patente expõe a formação de uma resina polimérica produzida pela poliesterificação entre o complexo-metal utilizando um ácido α -hidroxicarboxílico como o ácido cítrico e um álcool polihidróxido como o *etilenoglicol*.

3.5.1.1.2.3. Isopropanol

É subclasse de: Álcool

Contexto: Esse processo é repetido com a acetona e *isopropanol* e no final faz-se uma lavagem com água deionizada e secado com jato de nitrogênio.

3.5.1.1.2.4. Metanol

É subclasse de: Álcool

Contexto: Foram utilizados como solvente *metanol*, etanol, n propanol e n-butanol e como reagentes água, amônia e tetra-alquil-silicatos (metil, etil, n-propil, n-butil e n-pentil).

3.6. Espécie química

É subclasse de: Materiais

Contexto: Por exemplo, o polietileno, que é obtido pela polimerização do etileno ($\text{H}_2\text{C} = \text{CH}_2$), não tem qualquer semelhança com essa *espécie química* apesar do nome, pois é formado por cadeias tipicamente saturadas (sem duplas ligações).

3.6.1. Átomo

É subclasse de: Espécie química

Contexto: O que aconteceria se pudéssemos mover os *átomos*, um por um? Esta pergunta, feita pelo físico e visionário americano Richard Feynman, em 1959 a uma platéia incrédula, parecia na época fora de sentido e impossível de ser realizada. Hoje sua questão é respondida.

3.6.2. Íon

É subclasse de: Espécie química

Contexto: *Íons* de prata são átomos de prata carregados com uma carga positiva, isto é, o número de prótons (cargas positivas) é maior do que o número de elétrons (cargas negativas). Neste caso, tem-se o Ag^+ , ou seja, uma carga positiva excedente. Quando o número de prótons é igual ao número de elétrons, tem-se o átomo neutro, ou em outras palavras, a prata zero, ou prata metálica.

3.6.3. Molécula

É subclasse de: Espécie química

Contexto: Atualmente as nanotecnologias são classificadas em duas áreas: “top-down” e “bottom-up”. Nanotecnologias “top-down” dedicam-se à fabricação de estruturas em nanoescala, com a utilização de máquinas e ferramentas. Nanotecnologias “bottom-up” dedicam-se à conformação de estruturas orgânicas e inorgânicas, átomo por átomo ou *molécula* por *molécula*.

3.7. Gás nobre

É subclasse de: Materiais

Contexto: O argônio e/ou a mistura de *gases nobres* podem ser utilizadas para fabricar novas formas de carbono com boa emissividade de elétrons, desde estruturas nanométricas de carbono a filmes de diamante nanocristalino, os quais apresentam grande interesse para indústria de eletrônica.

3.7.1. Argônio

É subclasse de: Gás nobre

Contexto: O *argônio* como os outros gases nobres tem uma alta seção de choque e portanto contribui para o esfriamento dos elétrons emitidos pelo filamento quente, que minimiza a dissociação no filamento, do hidrogênio molecular e do álcool etílico.

3.8. Liga amorfa

É subclasse de: Materiais

Contexto: As *ligas amorfas* mostram boas propriedades como por exemplo uma alta capacidade de descarga. Iwakura et al. [34,35] processaram, por elaboração mecânica, ligas com estrutura homogênea amorfa moendo juntos o composto Mg_2Ni e Ni metálico $[(\text{Mg}_2\text{Ni})_{30}\text{-Ni}_{70}]$, em % massa].

3.9. Liga metálica

É subclasse de: Materiais

Contexto: A terceira categoria consiste de sólidos volumétricos com estrutura na escala de nanômetros. Algumas *ligas metálicas* destacam-se como exemplos deste tipo de material. Existem várias técnicas para se obter este tipo de estrutura, desde a mistura mecânica³² (moagem) até a deposição química ou física de vapor.

3.9.1. Aço

É subclasse de: Liga metálica

Contexto: Normalmente, a colagem de metais como alumínio e *aço* exige, além da limpeza, vários tratamentos que criam uma estrutura química na superfície que favorece a fixação do adesivo, mas isso pode comprometer a estabilidade da peça, principalmente quando há muita umidade no ar ou em ambientes extremamente quentes.

3.9.2. Austenita

É subclasse de: Liga metálica

Contexto: A *austenita* por ter seu comportamento instável, metaestável a baixas temperaturas, pode dar origem a uma transformação martensítica, formando martensita que muitas vezes está relacionada aos teores de carbono dos aços duplex, e que pode atribuir características de baixa dureza e razoável ductilidade às vezes.

3.9.3. Bainita

É subclasse de: Liga metálica

Contexto: Conclui também que a taxa de resfriamento e processo de austêmpera, favorecem a uma maior fração d volume do microconstituente *bainita*, que responde melhor à corrosão.

3.10. Material biológico

É subclasse de: Materiais

Contexto: Entretando a Nanociência e Nanotecnologia não restringe-se apenas aos materiais e dispositivos semicondutores, envolve materiais plásticos (polímeros), cerâmicas, materiais isolantes e materiais metálicos de alta resistência e confiabilidade, *materiais biológicos* entre outros, por exemplo.

3.10.1. Ácido nucléico

É subclasse de: Material biológico

Contexto: Com os *ácidos nucléicos*, o AFM tem sido utilizado para estudar DNA e RNA, onde se procura obter resolução suficiente para fazer o seqüenciamento de suas bases.

3.10.1.1. Nucleotídeo

É subclasse de: Ácido nucléico

Contexto: A composição simples das moléculas de DNA há muito tem servido de inspiração para vários cientistas: diversos grupos ao redor do mundo tentam arranjar seus *nucleotídeos* em novas estruturas. A molécula dupla do DNA tem o formato de uma escada caracol, cada degrau construído por dois *nucleotídeos*, que se ligam sempre da mesma forma: a timina sempre se fixa à adenina e a guanina sempre se fixa à citosina.

3.10.1.1.1. Adenina

É subclasse de: Nucleotídeo

Contexto: Representação das ligações de hidrogênio, complementares, entre a *adenina* (A) e a timina (T), e a citosina (C) e a guanina (G).

3.10.1.1.2. Citosina

É subclasse de: Nucleotídeo

Contexto: Ou seja, a *citosina* de um triângulo se liga à guanina de outro.

3.10.1.1.3. Guanina

É subclasse de: Nucleotídeo

Contexto: Segundo a reportagem, os pesquisadores criaram estruturas planas triangulares formadas por duas das quatro bases nitrogenadas que compõem o DNA, a *guanina* e a citosina, e pelos aminoácidos lisina e arginina.

3.10.1.1.4. Timina

É subclasse de: Nucleotídeo

Contexto: A *Timina*, uma das bases do DNA, e alguns de seus derivados metilados e halogenados são estudados via STM (Microscopia de Varredura por Tunelamento) in situ e SERS (Espectroscopia Raman Intensificada pela Superfície) in situ.

3.10.2. Adenosina

É subclasse de: Material biológico

Contexto: A presença da *adenosina* pode não ser óbvia, mas permite que essa mesma fonte de energia seja acoplada aos processos que envolvem bases nucleicas, como a síntese do DNA e RNA.

3.10.2.1. Adenosina difosfato

É subclasse de: Adenosina

Contexto: Na presença de ADP (*adenosina difosfato*) e fosfato livre, a tríade consegue fazer com que a ATP sintase produza uma molécula de ATP para cada catorze fótons absorvidos ($\lambda = 633\text{nm}$). Isso representa um balanço favorável de 4% de energia solar convertida em energia química, muito próximo do que se observa na fotossíntese!

3.10.2.2. Adenosina trifosfato

É subclasse de: Adenosina

Contexto: O combustível do motor é a *adenosina trifosfato*, conhecida pelos iniciados como ATP, uma forma típica de armazenamento energético em seres vivos. O mecanismo funciona absorvendo ATP e convertendo-o em ADP (adenosina difosfato).

3.10.3. Lipídio

É subclasse de: Materiais biológicos

Contexto: Os *lipídios* constituem outra classe de compostos de relevância biológica e assim como os carboidratos, são fonte de reserva nutricional e parte importante das membranas celulares. Eles derivam dos chamados ácidos graxos com cadeias carbônicas longas, hidrofóbicas, que se alinham formando uma dupla camada de moléculas, onde os grupos carboxílicos polares ficam expostos ao meio aquoso. Os ácidos graxos, na forma de fosfolipídios, se associam dando origem às membranas das células. Em fase aquosa, os fosfolipídios formam vesículas denominadas lipossomos.

3.10.3.1. Fosfolipídio

É subclasse de: Lipídio

Contexto: Caracterização química — considerando que os *fosfolipídios* são os constituintes principais dos lipossomas, sua quantificação é importante para se avaliar a eficiência do método de preparação empregado.

3.10.3.2. Quinona

É subclasse de: Lipídio

Contexto: Além disso, foi adicionada na membrana uma outra *quinona*, lipossolúvel, para atuar como captador de elétrons de uma das extremidades da tríade, tendo mobilidade suficiente para alcançar a outra extremidade. A *quinona* móvel tem um papel importante, pois, ao captar elétrons da tríade, converte-se numa espécie que tem alta afinidade por prótons e, dessa forma, retira prótons do meio externo.

3.10.4. Microorganismo

É subclasse de: Material biológico

Contexto: Quando a luz ultravioleta existente nos raios de sol bate no vidro, ocorre uma mudança no estado de oxidação que rouba os elétrons de bactérias, fungos e outros *microrganismos*, matando esses seres.

3.10.4.1. Bactéria

É subclasse de: Microorganismo

Contexto: Pertencendo a uma escala nanométrica, as partículas podem atravessar poros e se acumular em determinadas células. Não se tem idéia dos efeitos de uma longa permanência de partículas magnéticas dentro do organismo. Por outro lado, penetrando em *bactérias*, as partículas poderiam vir a fazer parte de cadeias alimentares.

3.10.4.2. Fungo

É subclasse de: Microorganismo

Contexto: A passagem de íon a nanopartícula (com características especiais) se dá com a ajuda de uma enzima e de um composto encontrados em um fungo.

3.10.4.3. Protozoário

É subclasse de: Microorganismo

Contexto: O nanoplâncton é composto por organismos auto e heterotróficos, de diversas classes taxonômicas como diatomáceas, pequenos flagelados ciliados e cocolitoforídeos (Susini-Ribeiro, 1996). No microplâncton estão incluídos microfitoplâncton e os *protozoários* superiores a 20 µm, constituintes do protozooplâncton

3.10.4.4. Vírus

É subclasse de: Microorganismo

Contexto: Certos dispositivos minúsculos seriam capazes de percorrer todo o organismo para encontrar e destruir *vírus* ou células cancerosas, reparar danos feitos pela radiação; outros poderiam transportar de forma ultraespecífica drogas diretamente para o alvo.

3.10.5. Proteína

É subclasse de: Material biológico

Contexto: Neles, átomos se combinam em estruturas com uma forma hierárquica de complexidade: aminoácidos se combinam para formar *proteínas* de enorme diversidade, essas e outras estruturas moleculares formam células e tecidos também muito diversos, culminando em uma unidade capaz de crescer, auto-reproduzir, fazer reparos de danos em si mesmos, e finalmente perder tal capacidade de auto-reparo, com a conseqüente interrupção das funções e a decomposição do organismo.

3.10.5.1. Actina

É subclasse de: Proteína

Contexto: As células ativadas pelos estímulos, sob a ação de enzimas específicas, provocam a contração e expansão de milhões de filamentos de *actina* e miosina, executando, assim, a ação mecânica programada.

3.10.5.2. Anticorpo

É subclasse de: Proteínas

Contexto: No corpo humano, cada antígeno ganha um *anticorpo* específico produzido pelo sistema imunológico para combater cada doença.

3.10.5.2.1. Anticorpo monoclonal

É subclasse de: Anticorpo

Contexto: No processo de magnetohipertermia, as NPM biocompatíveis são associadas a *anticorpos monoclonais* (AcM) que reconhecem e se associam especificamente a proteínas exclusivas das células tumorais.

3.10.5.3. Aminoácido

É subclasse de: Proteína

Contexto: Há perguntas do tipo: qual é a seqüência de bases no DNA? O que acontece quando há uma mutação? Como a ordem das bases no DNA está relacionada com a ordem dos aminoácidos nas proteínas? Qual é a estrutura do RNA; é uma cadeia simples ou dupla, e como a ordem de suas bases está relacionada ao DNA? Qual é a organização dos microsossomos? Como as proteínas são sintetizadas? Onde entra o RNA? Como atua? Onde entram as proteínas? Qual o papel dos aminoácidos?

3.10.5.4. Antígeno

É subclasse de: Proteína

Contexto: Sua função é se ligar ao *antígeno* produzido pela doença a ser diagnosticada. *Antígeno* é a substância, normalmente uma proteína, produzida por vírus ou bactéria, por exemplo. No corpo humano, cada *antígeno* ganha um anticorpo específico produzido pelo sistema imunológico para combater cada doença.

3.10.5.5. Colágeno

É subclasse de: Proteína

Contexto: O *colágeno* é o principal componente protéico na matriz extracelular do tecido ósseo e o monitoramento de sua 29 organização possibilita uma boa visão quanto à (neo) formação óssea, sob condições naturais ou terapêuticas.

3.10.5.6. Enzima

É subclasse de: Proteína

Contexto: A alta qualidade dos resultados obtidos pelo modelo Stc indica um potencial considerável de aplicação do mesmo a outros sistemas biológicos (cooperativos ou não) incluindo *enzimas*, complexos multienzimáticos, vírus, proteínas de membrana e processos de enovelamento protéico dentre outros.

3.10.5.6.1. ATPase

É subclasse de: Enzima

Contexto: Embora motores moleculares naturais, como a *ATPase*, sejam inspiração para o recente campo da nanotecnologia (a construção de artefatos minúsculos capazes de operar dentro de células), Kinosita diz que a motivação de seu estudo é entender a natureza. Ele não antevê uso prático para esse conhecimento.

3.10.5.6.2. Citocromo-C oxidase

É subclasse de: Enzima

Contexto: No processo de produção de energia, o papel mais destacado é exercido pela enzima *citocromo-C oxidase*, que atua no extremo da cadeia respiratória mitocondrial, reduzindo o oxigênio molecular até a água.

3.10.5.7. Miosina

É subclasse de: Proteína

Contexto: Como produzir movimentos moleculares através de estímulos, a exemplo das *miosinas* que acionam os músculos?

3.10.5.8. Peptídeo

É subclasse de: Proteína

Contexto: A Tabela 3 apresenta alguns exemplos de trabalhos nos quais foram obtidas algumas informações a respeito da provável forma de associação de fármacos^{7,28,77,91,94,95,100} às nanoestruturas, incluindo oligonucleotídeos ou *peptídeos* como a insulina.

3.10.6. Resina

É subclasse de: Material biológico

Contexto: As *resinas* novolac são solúveis em uma grande variedade de solventes orgânicos, inclusive em acetona, PGMEA e NMP

3.10.6.1. Fotorresiste

É subclasse de: Resina

Contexto: A fotolitografia consiste na aplicação de uma resina fotossensível (*fotorresiste*) sobre o substrato e sua exposição à luz ultravioleta através de uma máscara. O *fotorresiste* é sensibilizado somente nas áreas expostas à luz. No caso do *fotorresiste* ser positivo, ao entrar em contato com uma solução reveladora aquosa, ele é removido. O *fotorresiste* é composto por três elementos: resina, composto fotoativo e solvente (solúvel); e pode ser de dois tipos: positivo ou negativo.

3.11. Material carbonáceo

É subclasse de: Materiais

Contexto: Os *materiais carbonáceos* têm se destacado como materiais anódicos, sendo possível encontrá-los na forma de grafite ordenado, grafite desordenado e grafite natural (CAO et al., 2000).

3.11.1. Ácido carboxílico

É subclasse de: Material carbonáceo

Contexto: *Ácidos Carboxílicos* - Muito da qualidade do café preparado está associada à presença e proporção dos ácidos carboxílicos alifáticos.

3.11.1.1. Ácido graxo

É subclasse de: Ácido carboxílico

Contexto: Os *ácidos graxos*, na forma de fosfolipídios, se associam dando origem às membranas das células. Em fase aquosa, os fosfolipídios formam vesículas denominadas lipossomos

3.11.1.1.1. Ácido esteárico

É subclasse de: Ácido graxo

Contexto: Para o *ácido esteárico*, insolúvel em água, foi verificado que n-propanol permite o crescimento de filmes extremamente espessos, e acredita-se que este solvente possa ser utilizado para crescimento de PANI após dopagem com ácidos funcionalizados adequados.

3.12. Material cerâmico

É subclasse de: Materiais

Contexto: Nos últimos anos, o estudo de *materiais cerâmicos* vem evoluindo muito rapidamente, principalmente os estudos relacionados com cerâmicas avançadas.

3.12.1. Argila

É subclasse de: Material cerâmico

Contexto: A presença da argila organofílica na matriz polimérica fez com que a temperatura de degradação do polímero fosse superior à temperatura de degradação do polímero puro. Assim, pode-se concluir que a *argila* tenha uma função de proteção das cadeias poliméricas.

3.12.1.1. Argila organofílica

É subclasse de: Argila

Contexto: Para a obtenção das *argilas organofílicas* foram realizados tratamentos distintos de acordo com cada tipo de sal quaternário e baseando-se na capacidade de troca de cátions (CTC) da argila[10-12].

3.13. Material em nanoescala

É subclasse de: Materiais

Contexto: A curto prazo, a chamada "nanotecnologia clássica" - centrada em nanopartículas e outros *materiais em nanoescala*, como os derivados de negro de fumo, dióxido de titânio e sílica coloidal - é a que deverá ter maior impacto no mercado. A médio e longo prazos, os materiais moleculares, nanotubos, quantum dots, nanofios e materiais nanoestruturados, bem como suas aplicações na eletrônica, dispositivos e catálise, acabarão se destacando no cenário científico e econômico.

Sinônimo: Matéria em nanoescala

3.13. Matéria em nanoescala

É subclasse de: Materiais

Contexto: O controle da matéria em nanoescala apresenta um importante papel em diversas áreas científicas, como física, química, ciência dos materiais, biologia, medicina,

engenharia e computação. Portanto, uma vez determinada as novas propriedades dos materiais e sistemas nesta escala, a nanotecnologia pode causar impacto na produção de quaisquer objetos, desde automóveis, pneus, até circuitos de computadores e utensílios da medicina

Sinônimo: Material em nanoescala

3.14. Material nanoestruturado

É subclasse de: Materiais

Contexto: Em geral, *materiais nanoestruturados* são definidos como aqueles que possuem, em pelo menos uma de suas dimensões, tamanhos entre 1 e 100 nanômetros []. Entretanto, devido a existência de vários tipos de materiais com muitas propriedades diferentes, essa definição não se aplica perfeitamente para todos os materiais existentes, de tal forma que os *materiais nanoestruturados* podem ser melhor definidos como aqueles materiais cujas dimensões reduzidas produzam efeitos diferentes daqueles apresentados pelo mesmo material em dimensões macroscópicas.

Sinônimo: Nanomaterial

3.14. Nanomaterial

É subclasse de: Materiais

Contexto: Na realidade, o homem tem empregado *nanomateriais* desde tempos remotos quando os antigos artífices utilizavam argila para confecção de utensílios domésticos ou incorporavam a vidros partículas finamente divididas para criação dos mais variados tipos de utensílios em cores.

Sinônimo: Material nanoestruturado

3.14.1. Material nanoestruturado bidimensional

É subclasse de: Material nanoestruturado

Contexto: *Materiais nanoestruturados bidimensionais* são aqueles que possuem uma de suas dimensões no intervalo entre 1 e 100 nm, como, por exemplo, filmes finos, poços quânticos, etc.

Sinônimo: Nanomaterial bidimensional

3.14.1. Nanomaterial bidimensional

É subclasse de: Material nanoestruturado

Contexto: *Nanomateriais bidimensionais* (2D): apresentam apenas uma de suas dimensões na escala nanométrico. Também são conhecidos como "poços quânticos" ou "filmes finos";

Sinônimo: Material nanoestruturado bidimensional

3.14.1.1. Filme fino

É subclasse de: Material nanoestruturado bidimensional

Contexto: *Filmes finos* podem ser definidos como uma cobertura contínua de um material no estado sólido sobre um determinado substrato, que é escolhido de acordo com a necessidade de aplicação do filme a ser obtido. O termo *filmes finos* é utilizado para filmes com espessuras de até 1 μm , sendo que para espessuras superiores normalmente são referidos como filmes de camadas espessas.

Sinônimo: Poço quântico

3.14.1.1. Poço quântico

É subclasse de: Material nanoestruturado bidimensional

Contexto: Os avanços nas técnicas de crescimento de materiais semicondutores como MBE (Molecular Beam Epitaxy) e MOCVD (Metal-Organic Chemical Vapor Deposition) que permitem que um cristal seja crescido sobre um substrato depositando-se uma camada de cada vez com grande precisão, justificam esforços em análises que visam garantir qualidade no crescimento de estruturas semicondutoras *bidimensionais* como *poços quânticos* e *super-redes*, estruturas formadas por camadas alternadas de materiais semicondutores com propriedades diferentes daquelas dos materiais que as constituem.

Sinônimo: Filme fino

3.14.2. Material nanoestruturado unidimensional

É subclasse de: Material nanoestruturado

Contexto: Nos *materiais nanoestruturados unidimensionais* duas de suas dimensões estão nesse intervalo e os exemplos mais comuns são os nanotubos, nanofios, nanofitas e nanobastonetes.

Sinônimo: Nanomaterial unidimensional

3.14.2. Nanomateriais unidimensionais

É subclasse de: Materiais nanoestruturados

Contexto: *Nanomateriais unidimensionais* (1D): duas de suas dimensões são confinadas no regime nanométrico, portanto esses nanomateriais exibem uma morfologia aproximadamente unidimensional.

Sinônimo: Material nanoestruturado unidimensional

3.14.2.1. Fio quântico

É subclasse de: Material nanoestruturado unidimensional

Contexto: As nanoestruturas que apresentam confinamento espacial em apenas duas de suas dimensões são consideradas estruturas aproximadamente unidimensionais. Nessa categoria, as estruturas são conhecidas como *fios quânticos*, na qual se enquadram os nanotubos, nanofios e nanofitas. A grande motivação para o estudo de nanoestruturas unidimensionais se deve ao fato de que estes materiais podem ser utilizados no futuro como conectores em nanodispositivos.

3.14.2.1.1. Nanotubo

É subclasse de: Fio quântico

Contexto: *Nanotubos* são cilindros ocos cujas paredes possuem apenas alguns átomos de espessura, ou mesmo um único átomo.

3.14.2.1.1.1. Nanotubo de carbono

É subclasse de: Nanotubo

Contexto: *Nanotubos de carbono* Os NC são formados de arranjos hexagonais de carbono que originam pequenos cilindros. Eles usualmente têm uma faixa de diâmetro de poucos angstroms a dezenas de nanômetros e podem ter comprimento acima de vários centímetros⁴.

3.14.2.1.1.1.1. Nanotubo de carbono de parede múltipla

É subclasse de: Nanotubos de carbono

Contexto: Do ponto de vista estrutural, há dois tipos de NC que podem apresentar alta perfeição⁵: os nanotubos de carbono de parede simples (NCPS), que podem ser

considerados como uma única folha de grafite enrolada sobre si mesma para formar um tubo cilíndrico, e os *nanotubos de carbono de parede múltipla* (NCPM) que compreendem um conjunto de nanotubos concêntricos, num arranjo que lembra as tradicionais matrioshkas, bonecas russas ocas que trazem dentro outras bonecas ocas idênticas.

Sinônimo: Nanotubo de carbono de múltiplas paredes

3.14.2.1.1.1.1. Nanotubo de carbono de múltiplas paredes

É subclasse de: Nanotubos de carbono

Contexto: Pesquisadores do programa de células a combustível do IPEN (Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares), conseguiram dominar a técnica para obtenção de *nanotubos de carbono de múltiplas paredes* (MWCNTS). Os nanotubos obtidos no Ipen, de 20 a 300 nanômetros, têm potencial para utilização em células a combustível do tipo PEM (de baixa temperatura) com o objetivo de aumentar a eficiência na geração de energia.

Sinônimo: Nanotubo de carbono de parede múltipla

3.14.2.1.1.1.2. Nanotubo de carbono de parede simples

É subclasse de: Nanotubo de carbono

Contexto: Os nanotubos de carbono descobertos em 1991 por S. Iijima são de dois tipos: os *nanotubos de carbono de parede simples* (NCPS) e de parede múltipla (NCPM). Os NCPS são formados de uma folha de grafite enrolada com extremos fechados por metades de fulerenos, e os NCPM são formados por vários NCPS concêntricos como em um cabo coaxial.

Sinônimo: Nanotubo de carbono de parede única

3.14.2.1.1.1.2. Nanotubo de carbono de parede única

É subclasse de: Nanotubos de carbono

Contexto: Nanotubos de carbono de parede única, envoltos por uma molécula de DNA, podem ser colocados no interior de células vivas e detectar quantidades-traço de contaminantes, com o auxílio de luz na faixa do infravermelho próximo.

Sinônimo: Nanotubo de carbono de parede simples

3.14.2.1.2. Nanofio

É subclasse de: Fio quântico

Contexto: Os *nanofios* estão entre as estruturas mais interessantes no reino da nanotecnologia, ao lado dos nanotubos de carbono e das "buckballs", estruturas esféricas feitas de carbono. Além de poderem ser "tecidos", os *nanofios* podem ser utilizados para se construir desde dispositivos médicos até circuitos de computador.

3.14.2.1.3. Nanofita

É subclasse de: Fio quântico

Contexto: As *nanofitas* são nanoestruturas monocristalinas aproximadamente unidimensionais, e apresentam seções transversais retangulares com dimensões nanométricas e comprimentos na ordem de micrômetros ou até milímetros. Por apresentarem exatamente a mesma estrutura cristalina das nanopartículas, as *nanofitas* são substratos perfeitos para observação de crescimento por coalescência.

3.14.2.2. Nanobastonete

É subclasse de: Material nanoestruturado unidimensional

Contexto: As nanopartículas que apresentam uma morfologia levemente assimétrica, com uma de suas dimensões um pouco maior do as outras, são conhecidas como *nanobastonetes* ou "nanorods".

3.14.3. Material nanoestruturado zero dimensional

É subclasse de: Material nanoestruturado

Contexto: Por fim, os *materiais nanoestruturados zero dimensional* são aqueles que possuem todas as suas dimensões no intervalo entre 1 e 100 nm, que são as nanopartículas e os pontos quânticos.

Sinônimo: Nanomaterial zero-dimensional

3.14.3. Nanomaterial zero-dimensional

É subclasse de: Material nanoestruturado

Contexto: *Nanomateriais zero-dimensionais* (0D): materiais que apresentam todas suas dimensões na escala nanométrica. Nesta categoria se encontram as nanopartículas e "pontos quânticos".

Sinônimo: Material nanoestruturado zero dimensional

3.14.3.1. Nanofibra

É subclasse de: Material nanoestruturado zero dimensional

Contexto: *Nanofibras* - fibras que têm pelo menos uma de suas dimensões menor que 100 nm.

3.14.3.1.1. Nanofibra de carbono

É subclasse de: Nanofibra

Contexto: As *nanofibras de carbono* são constituídas por placas de grafite empilhadas ao longo do eixo da fibra na forma de cone, apresentando os planos prismáticos expostos e bastante reativos.

3.14.3.2. Nanopartícula

É subclasse de: Material nanoestruturado zero dimensional

Contexto: *Nanopartículas* - partículas que tem pelo menos uma de suas dimensões menor que 100 nm.

3.14.3.2.1. Nanopartícula de hidrogel

É subclasse de: Nanopartícula

Contexto: Desenvolvimento e produção de clareador dental contendo *nanopartículas de hidrogel* com liberação controlada de peróxido de carbamid.

3.14.3.2.2. Nanopartícula de metal

É subclasse de: Nanopartícula

Contexto: Utilizando um líquido com *nanopartículas de metal* como tinta, o Super-inkjet forma linhas menores que um micron de espessura sem nenhum pré-tratamento na superfície do substrato.

3.14.3.2.2.1. Nanopartícula de ferrita

É subclasse de: Nanopartícula de metal

Contexto: O Grupo de Materiais Magnéticos tem como objetivo principal a síntese e caracterização de carregadores magnéticos funcionalizados aplicáveis ao meio ambiente, biologia e medicina. São compostos de *nanopartículas de ferrita*

incorporadas em uma matriz polimérica, seja natural (biomassa residual) ou não, contendo sítios ativos e seletivos para íons ou moléculas.

3.14.3.2.2. Nanopartícula de ferro

É subclasse de: Nanopartícula de metal

Contexto: As propriedades magnéticas de uma nanopartícula dependem de seu tamanho. Assim, por exemplo, o ferro é um material magnético usado para se fazer ímãs permanentes. No entanto, *nanopartículas de ferro* de tamanho menor do que 10 nm deixam de se comportar como um ímã.

3.14.3.2.3. Nanopartícula de ouro

É subclasse de: Nanopartícula de metal

Contexto: Os cientistas já haviam conseguido montar padrões bidimensionais a partir de *nanopartículas de ouro* de diferentes tamanhos e a partir da união de partículas de ouro e prata.

3.14.3.2.4. Nanopartícula de prata

É subclasse de: Nanopartícula de metal

Contexto: Para um íon de prata ser transformada em uma *nanopartícula de prata*, ocorre um processo de óxido-redução.

3.14.3.2.3. Nanopartícula de Ni

É subclasse de: Nanopartícula

Contexto: Nesse contexto, o presente trabalho apresenta a síntese de filmes finos nanocompósitos constituídos de *nanopartículas de Ni* dispersas em sílica amorfa a partir da deposição via "spin-coating" de uma solução polimérica precursora.

3.14.3.2.4. Nanopartícula de óxido

É subclasse de: Nanopartícula

Contexto: Apesar de que a maioria dos trabalhos tem sido realizada em relação a nanopartículas de materiais semicondutores, *nanopartículas de óxidos* também despertam bastante interesse.

3.14.3.2.5. Nanopartícula de semicondutor

É subclasse de: Nanopartícula

Contexto: A matéria conta, no final, que o caminho para o desenvolvimento dos dois novos sistemas nanobiotecnológicos se abriu em 1989, quando a equipe do professor Alves começou a trabalhar com nanocompósitos baseados em vidro e *nanopartículas de semicondutores* conhecidas como pontos quânticos.

3.14.3.2.6. Nanopartícula de sílica

É subclasse de: Nanopartícula

Contexto: O método de aerosol em chama produz *nanopartículas de sílica* através de reações de hidrólise e oxidação de haletos metálicos de silício injetados por um maçarico em chama de H₂/O₂ (SANADA, K., 1995), conforme descreve a equação (1).

3.14.3.2.7. Nanopartícula polimérica

É subclasse de: Nanopartícula

Contexto: As *nanopartículas poliméricas* são sistemas carreadores de fármacos que apresentam diâmetro inferior a 1000 nm. O termo nanopartículas inclui as

nanocápsulas e as nanoesferas, as quais diferem entre si pela presença ou ausência de óleo em suas composições. As nanocápsulas são vesículas constituídas por um invólucro polimérico disposto em torno de um núcleo oleoso. Por outro lado, as nanoesferas, que não apresentam óleo em sua composição, são formadas por uma matriz polimérica.

3.14.3.2.7.1. Nanocápsula

É subclasse de: Nanopartícula polimérica

Contexto: As *nanocápsulas* são chamadas de lipossomas porque são feitas de lipídios (gordura) absorvíveis pelo organismo. Como são muito pequenas, liberam o princípio ativo apenas nos alvos para os quais foram projetadas. Com isso, os remédios tornam-se mais eficientes e produzem menos efeitos colaterais.

Sinônimo: Lipossoma

3.14.3.2.7.1. Lipossoma

É subclasse de: Nanopartícula polimérica

Contexto: *Lipossomas*: Nanopartículas lipídicas, semelhantes às células, em geral são produzidas com matéria-prima de origem sintética ou extraída de soja ou ovo. Os *lipossomas* podem transportar fármacos e entregá-los preferencialmente na região acometida pela doença.

Sinônimo: Nanocápsula

3.14.3.2.7.2. Nanoesfera

É subclasse de: Nanopartícula polimérica

Contexto: “As *nanoesferas* são estudadas desde o final da década de 1970 e as nanocápsulas desde meados da década de 1980, como carreadores de fármacos. As *nanoesferas*, assim como os lipossomas, são investigadas como carreadores de agentes antitumorais e as nanocápsulas, na atualidade, são muito utilizadas em formulações cosméticas”, explicou Adriana Pohlmann, da equipe da UFRGS, responsável pela obtenção de medicamentos nanoencapsulados.

3.14.3.3. Ponto quântico

É subclasse de: Material nanoestruturado zero dimensional

Contexto: *Pontos quânticos* são cristais esféricos que medem cerca de 5 nanômetros de diâmetro. Apenas para comparação, uma célula tem um diâmetro médio de 1.000 nanômetros. Os cientistas acreditam que os pontos quânticos serão extremamente úteis no desenvolvimento de tecnologias em nanoescala porque eles são versáteis e uniformes, eliminando possíveis variações e falhas nos materiais.

Sinônimo: Quantum dot

3.14.3.3. Quantum dot

É subclasse de: Materiais nanoestruturados zero dimensional

Contexto: A ciência avança rápido no sentido de oferecer essa poderosa ferramenta de diagnóstico à população. Grandes progressos com esses marcadores, chamados de “*quantum dots*” (pontos quânticos) já foram feitos em testes com animais.

Sinônimo: Ponto quântico

3.14.3.3.1. Nanocristal

É subclasse de: Ponto quântico

Contexto: Os cientistas já utilizaram os seus minúsculos eletrodos para medir cargas elétricas entre *nanocristais* conhecidos como pontos quânticos. O laser azul, que logo estará no mercado equipando os sucessores do DVD, é um produto de pesquisas com pontos quânticos.

3.14.4. Material nanoporoso

É subclasse de: Materiais nanoestruturados

Contexto: Novos *materiais nanoporosos* tem sido desenvolvidos nos últimos anos prometendo ter um grande impacto sobre a indústria e também sobre a pesquisa fundamental na ciência dos materiais. *Materiais nanoporosos* possuem propriedade interessantes, tais como baixa densidade, grande área superficial, permeabilidade seletiva a gases, e em alguns casos novas propriedades, dentre elas: forte luminescência, alta energia para transições banda a banda, etc. As propriedades dos materiais nanoestruturados são de interesse para a produção de detetores de gases, filtros moleculares, sensores ópticos, cristais fotônicos, guias de onda, próteses, entre outros [1, 2]

3.14.5. Nanocompósito

É subclasse de: Material nanoestruturado

Contexto: Os *nanocompósitos* são materiais híbridos em que pelo menos um dos componentes tem dimensões nanométricas. Tal como acontece nos compósitos tradicionais, um dos componentes serve de matriz, na qual as partículas do segundo material se encontram dispersas. Os componentes de um *nanocompósito* podem ser de natureza inorgânica/inorgânica, inorgânica/orgânica ou ainda orgânica/orgânica.

3.14.5.1. Nanocompósito cerâmico

É subclasse de: Nanocompósito

Contexto: Um importante subgrupo dos materiais nanoestruturados é o dos *nanocompósitos cerâmicos*. Esses materiais ganharam destaque a partir dos resultados apresentados pelo grupo de pesquisadores liderado por Niihara no início da década de 90, pois foi observada uma significativa melhora de propriedades tais como resistência à fratura, tenacidade, resistência ao choque térmico e desgaste [5].

Sinônimo: Nanocompósito de matriz cerâmica

3.14.5.1. Nanocompósito de matriz cerâmica

É subclasse de: Nanocompósito

Contexto: Vários métodos são viáveis para a fabricação de *nanocompósitos de matriz cerâmica* com inclusões nanométricas e têm sido desenvolvidos, tais como: síntese química polimérica, o processo sol-gel, síntese termofísica, processos de conformação por prensagem a ultra-altas pressões, prensagem à quente, dispersão de pós e consolidação como na colagem sob pressão e ainda processamentos de cerâmicas especiais como membranas cerâmicas.

Sinônimo: Nanocompósitos cerâmicos

3.14.5.2. Nanocompósito polimérico

É subclasse de: Nanocompósito

Contexto: *Nanocompósitos Poliméricos* são materiais formados pela combinação de um plástico ou borracha e um composto inorgânico sintético ou natural, como a argila. Seu preparo pode ser por mistura, adicionando argila ao látex ou sintético.

Sinônimo: Nanocompósito de matriz polimérica

3.14.5.2. Nanocompósito de matriz polimérica

É subclasse de: Nanocompósito

Contexto: a preparação de *nanocompósitos de matriz polimérica* é uma área recente pelo que não existe ainda uma classificação inequívoca para os diferentes materiais híbridos e respectivos métodos de síntese.

Sinônimo: Nanocompósito polimérico

3.14.5.3. Nanoporo

É subclasse de: Nanocompósito

Contexto: Nos nanoporos cujas dimensões são inferiores a 5 nm não ocorrem variações

3.14.6. Nanohélice

É subclasse de: Material nanoestruturado

Contexto: As *nanohélices* são um tipo de nanofita, uma estrutura descoberta pelos mesmos pesquisadores em 2001. "Fitas" cristalinas de apenas alguns nanômetros de largura, dispostas alternadamente em uma densa estrutura, formam a estrutura em hélice.

3.14.7. Nanoimã

É subclasse de: Material nanoestruturado

Contexto: *Nanoimãs* são imãs muito pequenos que medem apenas alguns nanômetros. "Por serem materiais de dimensões muito pequenas eles podem se manter, em suspensão, em um fluido. Além disso, os *nanoimãs* podem ser quimicamente trabalhados para ficarem hidrofóbicos. Dessa forma, quando dispersos em uma mistura água/óleo, os *nanoimãs* hidrofóbicos dispersam-se na fase óleo, tornando-a magnética.

3.14.8. Nanomola

É subclasse de: Material nanoestruturado

Contexto: Ao contrário de outra nanoestrutura, as *nanomolas*, que são elásticas, as nanohélices são rígidas, e mantêm seu formato mesmo quando cortadas ou segmentadas.

3.14.9. Nanomotor

É subclasse de: Material nanoestruturado

Contexto: O *nanomotor*, medindo cerca de 500 nanômetros, representa um marco na nanotecnologia e prova que os nanotubos e outras nanoestruturas podem ser manipuladas e montadas para formar mecanismos reais e práticos. "É o primeiro nanomecanismo ao qual você pode conectar fios externos e ter algo girando, algo que você pode controlar," afirma Zettl.

3.14.10. Nanorobô

É subclasse de: Material nanoestruturado

Contexto: A empresa norte-americana Technology Innovations acaba de receber uma patente para uma nova tecnologia de construção de *nanorobôs*, robôs tão pequenos que serão capazes de manipular células e moléculas grandes.

3.14.11. Nanorotor

É subclasse de: Material nanoestruturado

Contexto: Os pesquisadores descobriram que o *nanorotor*, construído com apenas algumas centenas de átomos, irá girar na direção desejada, numa frequência selecionada, utilizando-se um campo elétrico oscilante, concentrado em uma minúscula área acima da molécula.

3.14.12. Nanossensor

É subclasse de: Material nanoestruturado

Contexto: *Nanossensor*: instrumento extremamente pequeno, capaz de responder a um estímulo físico com dimensões da ordem de um bilionésimo de metro.

3.15. Metal

É subclasse de: Materiais

Contexto: Fabricação: modificação molecular (auto-organização, automontagem, auto-replicação e nucleação) permitirá a obtenção de materiais compactos e com menos matéria-prima, envolvendo materiais semicondutores, plásticos, polímeros, cerâmicas, borrachas, *metais*, materiais isolantes e materiais biológicos.

3.15.1. Alumínio

É subclasse de: Metal

Contexto: O *alumínio* possui uma afinidade por carbono e ele é incorporado como aceitador em AlGaAs o que causa alterações na composição de dopantes no AlGaAs.

3.15.2. Bário

É subclasse de: Metal

Contexto: Formado pelos elementos químicos ítrio (Y), *bário* (Ba), cobre (Cu) e oxigênio (O), esse material é hoje o mais estudado entre os novos supercondutores a alta temperatura.

3.15.3. Berílio

É subclasse de: Metal

Contexto: O *berílio* (sólida) e o carbono (provinda do TMG) foram os materiais dopantes do tipo p e o silício (sólido) como dopante do tipo n.

3.15.4. Cádmio

É subclasse de: Metal

Contexto: O *cádmio* é um metal pesado altamente tóxico, de características semelhantes ao chumbo.

3.15.5. Chumbo

É subclasse de: Metal

Contexto: O *chumbo* é encontrado na natureza na forma de quatro isótopos estáveis: ^{206}Pb , ^{207}Pb , ^{208}Pb e ^{204}Pb . Nesta técnica os pesquisadores determinam um número, fruto de um cálculo feito a partir da razão encontrada entre as diferentes quantidades de três destes isótopos do *chumbo* captados na atmosfera ($^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$, $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ e $^{208}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$). Logo após, o número encontrado é relacionado com o valor resultante da mesma medida feita em amostras contendo *chumbo* encontrado numa fonte poluente. O método já é utilizado em alguns países da Europa e EUA.

3.15.6. Cobalto

É subclasse de: Metal

Contexto: Cada armadilha é feita de *cobalto*, um elemento que, como o ferro, é magnético, montada sobre uma pastilha de silício.

3.15.7. Cobre

É subclasse de: Metal

Contexto: A camada de cobre formada é denominada strike, e possui de 2 a 3 μ m, servindo para proteger o substrato das peças contra a acidez do banho de sulfato [18].

3.15.8. Érbio

É subclasse de: Metal

Contexto: Assim, o efeito do *érbio* no espalhamento é maior para as preformas de menor densidade.

3.15.9. Estanho

É subclasse de: Metal

Contexto: Então, acredita-se que as nanofitas poderiam ser formadas a partir do *estanho* metálico; neste caso, o *estanho* metálico estaria agindo como catalisador e estaria seguindo um processo de cristalização do tipo vapor-líquido-sólido (VLS)⁶¹.

3.15.10. Ferro

É subclasse de: Metal

Contexto: Este é o caso dos elementos do grupo de transição do *ferro*, como níquel, manganês, *ferro* e cobalto, e vários elementos de terras raras, como európio, gadolínio, etc.

3.15.11. Gálio

É subclasse de: Metal

Contexto: A pesquisa envolve a produção de novos materiais para nanotecnologia (manipulação de objetos na escala de nanômetros, ou milionésimos de milímetro), entre os quais figuram os das imagens divulgadas, obtidos com fios de carvão de silício e gotas nanoscópicas de um metal (*gálio*) sobre uma superfície de silício.

3.15.12. Índio

É subclasse de: Metal

Contexto: Para realizá-lo, os pesquisadores do laboratório Lawrence Berkeley, que pertence ao Departamento de Energia dos Estados Unidos e é administrado pela Universidade da Califórnia em Berkeley, evaporaram o metal *Índio* — o *Índio* é o elemento de número 49 na tabela periódica — sobre um feixe de nanotubos de paredes múltiplas.

3.15.13. Irídio

É subclasse de: Metal

Contexto: Os nanocatalisadores foram formulados pelo Laboratório de Catálise Molecular da UFRGS, e são constituídos de grupos de 300 átomos de *irídio* (elemento químico com diâmetro médio de dois nanômetros, ou dois milionésimos do milímetro).

3.15.14. Lítio

É subclasse de: Metal

Contexto: Outra maneira é colocar o filme molecular entre dois filmes, um funcionando como injetor de elétron — por exemplo, uma liga de magnésio e prata, ou alumínio e *lítio* — e outro funcionando como injetor de buracos (ou captador de elétrons), como o vidro transparente de ITO (óxido de índio e estanho).

3.15.15. Manganês

É subclasse de: Metal

Contexto: O sistema de feixes combinados pode acelerar diversos tipos de íons, incluindo gases nobres como argônio, metais como *manganês* e mesmo íons moleculares como o carbono-60, as chamadas "buckyballs", muito utilizadas em estudos biológicos devido à sua estabilidade.

3.15.16. Níquel

É subclasse de: Metal

Contexto: Já as amostras dopadas com *níquel* e cobalto apresentaram formação de fase adicional para as amostras com porcentagem de dopantes acima de 4%, sendo as fases adicionais NiO e Co₃O₄, respectivamente.

3.15.17. Ouro

É subclasse de: Metal

Contexto: Uma camada fina d *ouro* de alguns nanômetros foi depositada por pulverização catódica (sputtering) sobre o topo das amostras para possibilitar uma melhor resolução

3.15.18. Paládio

É subclasse de: Metal

Contexto: Os resultados indicaram que o tamanho de partícula do *paládio* foi afetado pela interação com o suporte.

3.15.19. Platina

É subclasse de: Metal

Contexto: Por exemplo, a *platina* finamente dividida é um bom catalisador para reações que liberam hidrogênio, ao passo que o óxido de rutênio, RuO₂, é eficiente na produção de oxigênio.

3.15.20. Prata

É subclasse de: Metal

Contexto: Nanopartículas de materiais metálicos, como por exemplo a *prata*, são obtidas em reações químicas em meios aquosos, nas quais os átomos de *prata* dissolvidos na solução se juntam para formar agregados de tamanho nanométrico.

3.15.21. Rutênio

É subclasse de: Metal

Contexto: Cobalto e *rutênio* são tidos como os mais adequados para o processo, no qual o gás de síntese é convertido, com elevada seletividade, em hidrocarbonetos possuindo cinco ou mais átomos de carbono.

3.15.22. Samário

É subclasse de: Metal

Contexto: Dos vários substituintes estudados, *samário* e manganês mostraram ser eficientes na obtenção de cerâmicas com boa densidade e úteis propriedades piezelétricas³⁵.

3.15.23. Titânio

É subclasse de: Metal

Contexto: Para que isso aconteça, o artigo explica que os lados dos hexágonos, formados por lisina ou arginina, precisam ter carga positiva para serem atraídos pela camada negativa que cobre o *titânio*, metal do qual geralmente são feitos os implantes.

3.15.24. Tungstênio

É subclasse de: Metal

Contexto: Após a incorporação inicial do *tungstênio* ao filme anódico, a concentração dos átomos de *tungstênio* na camada enriquecida diminui, associado com a progressiva acumulação dos átomos de cobre na camada até ser alcançada uma composição constante pela incorporação dos átomos de *tungstênio* e cobre.

3.15.25. Urânio

É subclasse de: Metal

Contexto: A radioatividade do *urânio* e dos radioelementos que o sucedem em uma espécie de cadeia radioativa natural é, por excelência, a propriedade nuclear de que se utiliza o técnico de campo na identificação e caracterização de ocorrências de *urânio* que possam se mostrar técnica e economicamente viáveis.

3.15.26. Zinco

É subclasse de: Metal

Contexto: Propostas para Trabalhos Futuros · Estender as análises feitas nesse estudo focando a influência da formação morfológica estrutural, e do tamanho de grão para outros tipos de metais puros que apresentem comportamento mais nobre que o *Zinco* e *Alumínio*

3.16. Não-metal

É subclasse de: Materiais

Contexto: Ø

3.16.1. Carbono

É subclasse de: Não-metal

Contexto: Os riscos à saúde trazidos pelas nanopartículas existem, por exemplo, no *carbono*, que promete ser o carro-chefe da nova indústria graças à eficiência dos nanotubos feitos com esse material desenvolvidos em laboratório. Resistente como o aço e seis vezes mais leve se reduzido à escala nanométrica, o carbono permitirá a produção de novos e poderosos produtos para funções isolantes e semicondutoras, entre outras.

3.16.2. Enxofre

É subclasse de: Não-metal

Contexto: Elevados conteúdos de *enxofre* são removidos em níveis muito baixos, por exemplo em nossos países, pela dessulfurizaçãocatalítica.

3.16.3. Flúor

É subclasse de: Não-metal

Contexto: Assim como ninguém precisa se preocupar com a possibilidade de liberação do *flúor* (um elemento terrivelmente corrosivo, quando isolado), que entra na composição de muitas pastas de dentes, não é razoável imaginar que as nanopartículas vão se desprender de uma tinta ou de um material fabricado com processos nanotecnológicos.

3.16.4. Fósforo

É subclasse de: Não-metal

Contexto: O *fósforo* forma com o oxigênio o grup fosfato, sendo chamado de grupo hidroxila a ligação entre o oxigênio e o hidrogênio.

3.16.5. Hidrogênio

É subclasse de: Não-metal

Contexto: o *hidrogênio* é o elemento mais abundante na Terra e, devido a sua alta energia química por massa (142MJ / Kg), pelo menos três vezes maior que a dos hidrocarbonetos líquidos, sua utilização para fins energéticos é fundamental para diminuição dos problemas ambientais crescentes em nosso planeta (efeito estufa, poluição atmosférica, etc.), os quais são agravados pela queima de combustíveis fosseis [1].

3.16.5.1. Hidrogênio atômico

É subclasse de: Hidrogênio

Contexto: O *hidrogênio atômico* tem um papel fundamental neste processo, favorecendo a deposição do carbono em sua hibridização sp^3 e promovendo a remoção de eventuais depósitos de carbono grafítico (sp^2), os quais são regaseificados na forma de carboxilas durante a reação com o hidrogênio atômico [8,18-20].

3.16.6. Nitrogênio

É subclasse de: Não-metal

Contexto: Recentes estudos sobre a adição de *nitrogênio* durante o processo de crescimento dos filmes a-C:H comprovaram a possibilidade de obtenção de filmes com características bastante diferentes [15,16]. Tanto a presença de átomos de *nitrogênio*, quanto a sua respectiva concentração são responsáveis por importantes modificações em várias das propriedades opto-eletrônicas, bem como características estruturais dos filmes de carbono.

3.16.7. Oxigênio

É subclasse de: Não-metal

Contexto: Foram utilizados como solvente *metanol*, etanol, n propanol e n-butanol e como reagentes água, amônia e tetra-alquil-silicatos (metil, etil, n-propil, n-butil e n-pentil).

3.16.8. Selênio

É subclasse de: Não-metal

Contexto: O *selênio* mata as bactérias formando compostos chamados radicais superóxidos. "É um mecanismo natural que utilizamos para matar bactérias em nosso corpo," diz o Dr. Reid.

3.17. Semimetal

É subclasse de: Metal

Contexto: ∅

3.17.1. Arsênio

É subclasse de: Metal

Contexto: A tática usual é disparar íons de *arsênio* ou boro contra a superfície do silício usando um equipamento chamado implantador de íons.

3.17.2. Boro

É subclasse de: Semimetal

Contexto: Em alguns sistemas, por exemplo *boro* (B) amorfo frágil e o ferro (Fe), não há formação de liga e as partículas frágeis de B permanecem dispersas na matriz dúctil de Fe, enquanto que em outros sistemas, por exemplo o silício (Si) e o Fe, há a formação de liga.

3.17.3. Germânio

É subclasse de: Semimetal

Contexto: Já os nanotubos de carbono podem ser tanto condutores, agindo como os metais, quanto semicondutores, agindo como o silício ou o *germânio*.

3.17.4. Silício

É subclasse de: Semimetal

Contexto: O *silício* tem sido a matéria prima principal da microeletrônica por várias décadas. Os modelos físicos que descrevem o comportamento dos dispositivos baseado neste material, em conjunto com os processos de fabricação, tem sido significativamente desenvolvidos e refinados.

3.18. Óxido

É subclasse de: Materiais

Contexto: O *óxido* pode ser usado para corrosões com tempos curtos e o nitreto deve ser usado quando a corrosão exigir um tempo maior

3.18.1. Alcóxido

É subclasse de: Monóxido

Contexto: Em geral, os principais precursores para o processo sol-gel são os *alcóxidos* e os sais metálicos.

3.18.2. Alumina

É subclasse de: Óxido

Contexto: Por isso, a *alumina* é um material tecnologicamente importante, largamente utilizado em numerosas aplicações. Além disso, óxidos simples como a *alumina*, estão sendo responsáveis pelas principais aplicações de materiais nanoparticulados

Sinônimo: Óxido de alumínio

3.18.2. Óxido de alumínio

É subclasse de: Óxido

Contexto: As matérias-primas para os pigmentos sintéticos são produtos sólidos, preparados mediante reações em estado sólido. Isto requer o conhecimento profundo das propriedades destes materiais e da influência do processo de síntese na composição química, na estrutura cristalina, nos defeitos estruturais etc Dentro deste ponto de

vista, o *óxido de alumínio* foi escolhido por atender a todos os requisitos descritos acima.

Sinônimo: Alumina

3.18.3. Dióxido

É subclasse de: Óxido

Contexto: Ø

3.18.3.1. Dióxido de carbono

É subclasse de: Dióxido

Contexto: O *dióxido de carbono* foi usado para determinar a basicidade da superfície dos catalisadores.

3.18.3.2. Dióxido de estanho

É subclasse de: Dióxido

Contexto: O *dióxido de estanho* é um semicondutor do tipo n que apresenta uma larga banda proibida de energia, em torno de 3,5 eV 46 .

3.18.3.3. Dióxido de silício

É subclasse de: Dióxido

Contexto: A face superior do substrato é recoberta com uma camada de óxido isolante (*dióxido de silício*), produzida por oxidação controlada do substrato.

3.18.3.4. Dióxido de titânio

É subclasse de: Dióxido

Contexto: Um dos agentes inorgânicos empregados em protetores solares comerciais é o *dióxido de titânio*, o qual tem se demonstrado um eficiente fotocatalisador em meio aquoso, capaz de produzir radicais hidroxila e radicais ânion superóxido, que podem iniciar processos de oxidações (Brezová et al., 2005). Essas oxidações, geradas por radicais livres, podem danificar macromoléculas importantes, como o DNA, e aumentar a incidência de câncer de pele (Hidaka et al., 1997).

3.18.4. Hidróxido

É subclasse de: Óxido

Contexto: Pode ser observado que o tempo de ativação para a amostra não tratada foi de 50min, depois de 60 dias exposta ao ar. Este retardo é devido à oxidação superficial e formação de *hidróxido*.

3.18.4.1. Hidróxido de alumínio

É subclasse de: Hidróxido

Contexto: a) *hidróxido de alumínio* também conhecido como Alumina Trihidratada (ATH), é o retardante de chama mais amplamente usado, em termos de volume, representando 43% d todos os retardantes químicos em volume [24], sendo, portanto, o retardante de chama mais amplamente utilizado no mundo [28].

3.18.4.2. Hidróxido de magnésio

É subclasse de: Hidróxido

Contexto: a) *hidróxido de alumínio* também conhecido como Alumina Trihidratada (ATH), é o retardante de chama mais amplamente usado, em termos de volume,

representando 43% d todos os retardantes químicos em volume [24], sendo, portanto, o retardante de chama mais amplamente utilizado no mundo [28].

3.18.5. Monóxido

É subclasse de: Óxido

Contexto: $\emptyset$

3.18.5.1. Monóxido de carbono

É subclasse de: Monóxido

Contexto: A operação de sensores de SnO₂ a temperaturas abaixo de 200 0C pode reduzir sua vida útil, uma vez que o sensor fica mais susceptível ao envenenamento por gases fortemente oxidantes, por exemplo, o *monóxido de carbono*.

3.18.6. Óxido de cério

É subclasse de: Óxido

Contexto: A utilização do *óxido de cério* (CeO₂) como componente em catalisadores TWC (three-way catalysts) para tratamento dos gases de exaustão dos veículos automotivos tem sido a sua mais importante aplicação e tem estimulado uma intensa pesquisa nesta área [4]. Outra aplicação catalítica da céria está na remoção de SO_x através do processo de craqueamento catalítico do petróleo (FCC) e o uso como suporte em reações de oxidação.

3.18.7. Óxido de estanho

É subclasse de: Óxido

Contexto: O *óxido de estanho* (SnO₂) é um material de grande interesse tecnológico, por apresentar um conjunto de interessantes propriedades elétricas, ópticas e químicas. Algumas aplicações em potencial deste material são sensores de gases, dispositivos fotovoltaicos, componentes eletrônicos e opto-eletrônicos.

3.18.8. Óxido de ferro

É subclasse de: Óxido

Contexto: Os principais *óxidos de ferro* utilizados na preparação de fluidos magnéticos são os óxidos puros, a magnetita e maguemita e os óxidos mistos, especialmente as ferritas cúbicas, onde M é um metal divalente como Co, Ni, Mn, Cu, Zn e Cd.

3.18.9. Óxido de silício

É subclasse de: Óxido

Contexto: O *óxido de silício* pode ser considerado um meio homogêneo e isotrópico, exceto quando próximo às interfaces e defeitos.

3.18.10. Óxido de titânio

É subclasse de: Óxido

Contexto: Com o intuito de obter a melhor configuração de características microestruturais do *óxido de titânio*, foram realizados processos de calcinação do gel em variadas temperaturas.

3.18.11. Óxido misto

É subclasse de: Óxido

Contexto: A precipitação de um sistema multicomponente origina os *óxidos mistos*.

3.18.12. Peróxido

É subclasse de: Óxido

Contexto: Em outra tentativa de modificação da rota, foi experimentado o uso de peróxido de hidrogênio como solvente. Neste caso a reação de síntese foi instável pela decomposição excessiva do *peróxido*, sendo não observada a formação de gel.

3.18.12.1. Peróxido de hidrogênio

É subclasse de: Peróxido

Contexto: O *peróxido de hidrogênio* em excesso é necessário para estabilizar a solução de ácido peroxititanato.

3.19. Partícula subatômica

É subclasse de: Espécie química

Contexto: Nas extensões astronômicas dos sistemas solares e galáxias, fenômenos ainda não explicados pelas teorias convencionais parecem somente poder ser entendidos quando se leva em conta dimensões extras. Já na intimidade da matéria, no reino liliputiano de elétrons e *partículas subatômicas*, as dimensões parecem perder importância. Na pequenez ínfima dos átomos, um mundo em duas dimensões parece fazer mais sentido.

3.19.1. Elétron

É subclasse de: Partícula subatômica

Contexto: "Assim tão longas, não há precedente de estruturas condutivas na biologia," afirma Lovley. "Isso altera completamente nosso conceito de como os microorganismos podem manipular os *elétrons*, e parece também que os nanofios microbianos podem ser um material útil no desenvolvimento de dispositivos eletrônicos extremamente pequenos."

3.19.2. Nêutron

É subclasse de: Partícula subatômica

Contexto: O processo de fragmentação ("spallation") que dá nome ao super- microscópio, vem da forma como os *nêutrons* são gerados. A emissão de *nêutrons* é comumente feita em reatores atômicos, mas essa emissão é limitada e sem controle para os fins almejadas pelos cientistas que desejam visualizar as profundezas da matéria. O feixe de prótons acelerado ao longo do LINAC é projetado sobre uma placa de metal pesado, que possui muitos nêutrons. O choque dos prótons é que causa a fragmentação, ou a expulsão dos nêutrons, num processo muito parecido com a evaporação da água. Na fragmentação não há fissão do núcleo e, portanto, não acontece uma reação em cadeia. Os *nêutrons* "evaporados" da placa metálica são então direcionados para vários equipamentos que os coletam, cada um desses equipamentos configurado para explorar diferentes propriedades das estruturas microscópicas dos materiais.

3.19.3. Próton

É subclasse de: Partícula subatômica

Contexto: Em termos didáticos, o fluxo de *prótons* seria como as águas de um rio, que ao serem bombeadas para o reservatório, podem produzir trabalho útil no percurso da queda.

3.20. Polímero

É subclasse de: Materiais

Contexto: os *polímeros* têm muitas aplicações na construção civil e nas indústrias de transporte, áreas onde o comportamento de materiais sob condições de fogo é crucial para a segurança pessoal e para as propriedades dos materiais.

3.20.1. Azopolímero

É subclasse de: Polímero

Contexto: O grupo de Oliveira Júnior trabalha principalmente com polímeros condutores eletrônicos e luminescentes, moléculas fotorreativas como os *azopolímeros* (substâncias sintetizadas a partir do benzeno, da anilina e de outros compostos derivados do petróleo).

3.20.2. Biopolímero

É subclasse de: Polímero

Contexto: Múltiplas camadas podem ser construídas, chegando à casa das centenas, e a arquitetura molecular pode ser finamente talhada selecionando-se os materiais que formarão cada camada, que podem ser polímeros orgânicos sintéticos [12,51,54,56-], *biopolímeros* [51,68,69,], polímeros inorgânicos [54, 73], proteínas ou enzimas [51,53,55,66], compostos orgânicos de baixo peso molecular [52,56,63], microorganismos [60], compostos organometálicos [], compostos inorgânicos estruturados (incluindo argilominerais) [55,57,61,62,], ácidos graxos [43], monômeros para posterior polimerização [] e até mesmo íons metálicos [55].

3.20.3. Copolímero

É subclasse de: Polímero

Contexto: *Copolímeros* e estéreo-polímeros geralmente se degradam mais rapidamente que os homopolímeros, e a copolimerização tem se mostrado uma ferramenta útil para manipular a taxa de biodegradação. Os *copolímeros* podem ser quimicamente diferentes, e a velocidade de hidrólise irá depender da composição química, da proporção dos monômeros e do tamanho da cadeia.

3.20.4. Fluoropolímero

É subclasse de: Polímero

Contexto: O segundo exemplo dos *fluoropolímeros* indica que a nanotecnologia aplicada pode aprimorar o desempenho de um sensor existente, enquanto que o terceiro caso mostra que as dimensões biológicas em escala nanométrica podem ser analisadas por sensores especiais.

3.20.5. Glicopolímero

É subclasse de: Polímero

Contexto: Pesquisas anteriores feitas por ela e Zettl haviam mostrado que os nanotubos de carbono podem ser recobertos com polímeros sintéticos nos quais houvessem sido adicionadas moléculas de um tipo de açúcar chamado glicano. Esses *glicopolímeros* sintéticos funcionam da mesma forma que as glicoproteínas, constituintes-chave das mucinas, que ajudam as células a interagir com suas vizinhas.

3.20.6. Homopolímero

É subclasse de: Polímero

Contexto: Na Figura 5 são apresentados os tipos de polímeros nanoestruturados. Pode-se verificar que quase a metade das patentes envolvendo materiais poliméricos

nanoestruturados trata-se de *homopolímeros*, seguido dos copolímeros, das blendas e dos biopolímeros.

3.20.6.1. Poliestireno

É subclasse de: Homopolímero

Contexto: Esta comparação mostrou que, em relação aos fluxos UV, o *poliestireno*, por exemplo, tem vida útil três vezes maior nos meses de menor incidência de radiação solar (jun/jul/ago) do que nos meses de verão.

3.20.7. Matriz polimérica

É subclasse de: Polímero

Contexto: As *matrizes poliméricas* empregadas neste estudo foi o polietileno de alta densidade (JV-060U) (PE), fornecido em grânulos pela BRASKEM/BA e a poliamida-6 (PA6) (Technyl C216), fornecida em grânulos pela Rhodia/SP.

Sinônimo: Matriz de polímero

3.20.7. Matriz de polímero

É subclasse de: Polímero

Contexto: Um dos métodos permite a fabricação de pontos quânticos para bioimagens, enquanto o outro é adequado à produção de pontos quânticos solúveis, prontos para serem incorporados em uma *matriz de polímero*.

Sinônimo: Matriz polimérica

3.20.7.1. Matriz polimérica isolante

É subclasse de: Matriz polimérica

Contexto: Compósitos condutores à base de polianilina e *matrizes poliméricas isolantes* têm sido muito estudados, com o objetivo de desenvolvimento de materiais condutores com aplicações importantes tais como materiais dissipadores de cargas eletrostáticas, absorvedores de ondas eletromagnéticas, revestimentos anti-corrosivos, adesivos condutores, sensores, etc.

3.20.8. Nanopolímero

É subclasse de: Polímero

Contexto: Materiais criados para uso específicos: *nanopolímeros*, nano-sensores, nano-atuadores, etc.

3.20.9. Plástico

É subclasse de: Polímero

Contexto: Estas fibras quando adicionadas a confecção de materiais convencionais, chamados compósitos, como os *plásticos*, os vidros ou misturadas em concretos, atuam como agentes de reforço elevando a resistência e durabilidade.

3.20.10. Polímero biodegradável

É subclasse de: Polímero

Contexto: *Polímero biodegradável* é o polímero em que a degradação é mediada, total ou parcialmente, por um sistema biológico. O prefixo bio é considerado em fenômenos resultantes do contato com elementos vivos, como tecidos, células, líquidos corporais ou microrganismos, assim como também a água, o oxigênio e as enzimas são considerados elementos biológicos, embora alguns autores limitem o termo biodegradação apenas a ataques enzimáticos. A maioria dos *polímeros*

biodegradáveis contêm grupos hidrolisáveis como amida, éster, uréia e uretano ao longo da cadeia carbônica. Contudo, os polímeros contendo ligação éster e em particular poliésteres alifáticos são de interesse da área médica devido às suas propriedades físicas, químicas e biológicas e características de biodegradabilidade.

3.20.11. Polímero condutor

É subclasse de: Polímero

Contexto: *Polímeros condutores*: polímeros orgânicos capazes de conduzir eletricidade assim como os metais.

3.20.11.1. Polímero condutor eletrônico

É subclasse de: Polímero condutor

Contexto: A restrição imposta pelos baixos níveis de dopagem permitidos é uma característica marcante dos *polímeros condutores eletrônicos*, como o exemplo do polipirrol que pode atingir níveis de dopagem da ordem de apenas 33%, ou 1 elétron por cada três repetições monoméricas¹²⁶⁻¹²⁸.

3.20.11.1.1. Polianilina

É subclasse de: Polímero condutor eletrônico

Contexto: a *polianilina* é o representante de uma classe de polímeros que consiste na condensação de moléculas de anilina. Inúmeras variações estruturais podem ser obtidas para estes materiais, de acordo com grupos substituintes do anel aromático ou do nitrogênio, posições de crescimento da cadeia (orto, meta ou para), etc. Estes polímeros possuem uma característica intrínseca muito importante que é a possibilidade de existirem em diversos graus de oxidação, onde três estados mais importantes são tipicamente reconhecidos, conforme ilustrado pela Figura 2.2 e pela Tabela 2.1.

3.20.12. Polímero conjugado

É subclasse de: Polímero

Contexto: Diferente de outros materiais, os *polímeros conjugados* podem ser depositados por técnicas muito simples, como a centrifugação (spin-coating) e a automontagem.

3.20.13. Polímero hidrofílico

É subclasse de: Polímero

Contexto: Hidrogéis superabsorventes são constituídos de *polímeros hidrofílicos* reticulados que possuem alta flexibilidade e são altamente porosos.

3.20.14. Polímero natural

É subclasse de: Polímero natural

Contexto: Já entre os *polímeros naturais* utilizados na produção de microesferas podemos citar a albumina (Kumar et al., 2000), gelatina (Ulubayram et al., 2002), colágeno (Rossler et al., 1995), quitosana (He et al., 1999), entre outros. No entanto, a quitosana é um *polímero natural* muito abundante, tendo uma produção de baixo custo e ecologicamente interessante (Peter, 1995).

3.20.14.1. Polissacarídeo

É subclasse de: Polímero natural

Contexto: A utilização de nanomateriais a base de *polissacarídeos* é uma tendência mundial irreversível e o Brasil não poderá perder essa oportunidade de se afirmar num mercado mundial projetado para milhões de dólares, num futuro não muito distante.

3.20.14.2. Quitosana

É subclasse de: Polímero natural

Contexto: Muito tem sido estudado e publicado sobre *quitosana* e seus usos na última década. Por se tratar de um polímero natural, biodegradável, extremamente abundante e atóxico, a *quitosana* tem sido proposta como um material potencialmente atraente para usos diversos, principalmente em engenharia, biotecnologia e medicina. As indicações mais comuns são seu emprego como meio complexante de íons metálicos, para a formação de coberturas com ação antifúngica e bactericida, como elemento básico para a confecção de matrizes de liberação controlada de drogas e fartamente divulgado, embora ainda que controverso, como um agente ativo no emagrecimento humano por sua interação com gorduras e estruturas afins. entre outras dezenas de possíveis aplicações sugeridas a esse material.

3.20.15. Polímero orgânico

É subclasse de: Polímero

Contexto: Um dos sistemas mais promissores é um híbrido baseado em *polímeros orgânicos* e argilominerais inorgânicos, constituídos de silicatos em camadas[6].

3.20.16. Polímero sintético

É subclasse de: Polímero

Contexto: Como vimos, diferentes forças de interação podem ser responsáveis pela adsorção das camadas o que amplia a utilização da técnica LBL para uma grande lista de materiais, onde se incluem: polímeros sintéticos (polímeros neutros, polieletrólitos, polímeros condutores, azopolímeros), polímeros e macromoléculas naturais (celulose e seus derivados polieletrólíticos, lignina, quitosana), proteínas e enzimas (DNA, lisosima, hemoglobina, glucose oxidase, entre outras), compostos cerâmicos (silicatos, montmorilonita), compostos organometálicos (fosfanato de zircônio, complexos de metais de transição), corantes, entre outros.

3.20.16.1. Dendrímero

É subclasse de: Polímero sintético

Contexto: O material sólido no caso é um polímero chamado de *dendrímero*, possuidor de estruturas globulares e providas de poros que encapsulam as proteínas sem a perda de suas atividades.

3.20.16.2. Poliamida

É subclasse de: Polímero sintético

Contexto: Esta prótese não pode ser colocada no paciente, pois a *poliamida* não é biocompatível, no entanto é muito útil na fase de planejamento para simular a cirurgia em um protótipo e escolher a melhor maneira de se fazer o implante. Já os moldes prototipados servem como formas para as próteses definitivas.

3.20.17. Polímero termoplástico

É subclasse de: Polímero

Contexto: Aquecimento do Polímero: A velocidade depende basicamente da temperatura da chama e do tipo de polímero. Neste estágio o *polímero termoplástico* amolece ou funde-se e começa a fluir.

3.20.17.1. Poliéster

É subclasse de: Polímero termoplástico

Contexto: Após o resfriamento, a solução resultou em um *poliéster* no estado sólido, que foi solubilizado em água, sob aquecimento, para a obtenção da viscosidade desejada.

3.20.17.2. Polietileno

É subclasse de: Polímero termoplástico

Contexto: Por exemplo, o *polietileno*, que é obtido pela polimerização do etileno ($H_2C = CH_2$), não tem qualquer semelhança com essa espécie química apesar do nome, pois é formado por cadeias tipicamente saturadas (sem duplas ligações).

3.20.17.3. Polipropileno

É subclasse de: Polímero termoplástico

Contexto: o *polipropileno* é um dos plásticos convencionais de maior importância devido às suas propriedades intrínsecas, tais como a alta temperatura de fusão, alta resistência química e baixa densidade. É também um material muito versátil, pois permite a produção de compósitos com altas quantidades de carga, agentes de reforço e outros materiais poliméricos [9].

3.20.18. Poliolefina

É subclasse de: Polímero

Contexto: Entre vários polímeros modificados com retardantes de chama, pode-se fazer referência ao polipropileno (homopolímero e copolímero), que embora seja um termoplástico de grande importância, como *poliolefina* não modificada tem baixíssima resistência à chama [7].

3.20.19. Precursor polimérico

É subclasse de: Polímero

Contexto: a síntese de filmes finos de nanopartículas de Ni embebidas em uma matriz amorfa de SiO_2 ($Ni:SiO_2$) foi feita a partir do método dos precursores poliméricos. Nesse caso, o *precursor polimérico* é obtido por meio da dissolução de ácido cítrico (Merck) em 20 mL de etanol (Synth).

3.20.20. Prepolímero

É subclasse de: Polímero

Contexto: Há uma nova abordagem que usa precursores especiais de polímeros de encadeamento cruzado (*prepolímeros*) para NIL [3]. Os *prepolímeros* são produtos solúveis, de baixo peso molecular, capazes de polimerizar ainda mais. As soluções de *prepolímeros* podem ser processadas como aquelas dos polímeros termoplásticos. Dado o baixo peso molecular, pode-se usar baixas temperaturas T_g de impressão, bem abaixo de 100 °C. Os padrões impressos de *prepolímeros* apresentam instabilidade mecânica e térmica e se deformariam nos casos de mais processamento como na cauterização a seco.

4. Métodos e técnicas

4.1. Decapagem

É subclasse de: Métodos e técnicas

Contexto: A *decapagem* é o processo de remoção de uma camada da superfície de uma amostra, feito através de ataques químicos úmidos ou de plasma. Essa remoção pode ser de toda uma região da lâmina ou ser delimitada por regiões. No caso de ter que remover uma determinada região faz-se a utilização de uma máscara, realizando-se a fotogração para *decapagens*.

4.2. Deposição

É subclasse de: Métodos e técnicas

Contexto: A *deposição* ocorre a partir da geração de dos radicais contendo os átomos do elemento que se quer depositar, a partir de uma molécula gasosa que contenha o elemento.

4.2.1. Deposição de camada atômica

É subclasse de: Deposição

Contexto: O melhor é usar a *deposição de camada atômica*, técnica que emprega um gás composto de pequenas moléculas que se prendem naturalmente à superfície, mas não se ligam entre si.

4.2.2. Deposição por laser pulsado

É subclasse de: Deposição

Contexto: A técnica de *deposição por laser pulsado* (PLD) ou abrasão a laser tem sido usada para depositar materiais na forma de filmes. Em princípio a *deposição por laser pulsado* é extremamente simples. O material a ser depositado é irradiado por feixe de laser de alta energia (aproximadamente 10^{-8} Wcm⁻²), o material é primeiro fundido e subsequente evapora-se de forma explosiva, expandindo-se como uma nuvem de plasma dentro da câmara de vácuo.

4.2.3. Deposição por sputtering

É subclasse de: Deposição

Contexto: A *deposição por sputtering* consiste na pulverização de um alvo, que pode ser composto pelo metal ou pelo óxido metálico que se deseja obter o filme, por feixes de íons ou rádio frequência (rf), que são convergidos em direção ao substrato.

4.3. Difração de raios-x

É subclasse de: Métodos e técnicas

Contexto: O Capítulo 4 irá apresentar os resultados obtidos, com as caracterizações estruturais e morfológicas que foram realizadas por meio de *difração de raios-X* e microscopia eletrônica de varredura e transmissão descrevendo a morfologia e a composição química das nanoestruturas.

4.4. Efeito Brillouin

É subclasse de: Métodos e técnicas

Contexto: Este baixo limiar de potência torna o *efeito Brillouin* o principal processo não-linear em fibras ópticas [14]

4.5. Espectroscopia

É subclasse de: Métodos e técnicas

Contexto: Engenheiros da Universidade da Pensilvânia, Estados Unidos, utilizaram um "laser de luz branca" para criar um novo tipo de pinça óptica que não apenas captura, segura e move objetos microscópicos, mas também pode fazer simultaneamente a caracterização desses objetos, por meio de *espectroscopia*.

4.5.1. Espectroscopia de fotoelétrons ejetados

É subclasse de: Espectroscopia

Contexto: Um outro ponto importante para esses projetos industriais foi a aquisição de uma analisador de elétrons e montagem de um sistema para medidas de *Espectroscopia de Fotoelétrons Ejetados* (XPS).

4.5.2. Espectroscopia de raios-x

É subclasse de: Espectroscopia

Contexto: Em 2005, foi instalado no SEM-LV um novo sistema para *espectroscopia de raios-X* (EDS, Thermo SIX-III Spectral Imagin System, detetor de Si(Li) 10 mm², resolução de energia no Mn de 129 eV, janela ultra-fina Norvar). Este sistema permit microanálise quantitativa e mapeamento químico quantitativo das amostras.

4.5.3. Espectroscopia de impedância

É subclasse de: Espectroscopia

Contexto: A *Espectroscopia de Impedância* consiste na aplicação de tensões senoidais em um espectro de frequências que geralmente vai de 10 mHz a 1 MHz, de acordo com o sistema sendo analisado.

4.5.3.1. Espectroscopia de impedância eletroquímica

É subclasse de: Espectroscopia de impedância

Contexto: Os resultados revelaram que a *espectroscopia de impedância eletroquímica* (EIE) é uma poderosa ferramenta para obter informações detalhadas das propriedades eletroquímicas da camada tipo barreira e da camada porosa, que fazem com que o alumínio seja resistente a corrosão.

4.5.4. Espectroscopia não linear

É subclasse de: Espectroscopia

Contexto: *Espectroscopia não linear* de vidros fotônicos: Nos últimos dez anos o laboratório tem colaborado fortemente com grupos de Ciência de Materiais no Brasil e no exterior identificando e caracterizando novos vidros para aplicações fotônicas.

4.5.5. Espectroscopia óptica

É subclasse de: Espectroscopia

Contexto: Por meio da *espectroscopia óptica*, os pesquisadores são capazes de avaliar o tamanho, o formato, a composição química e o índice refrativo da partícula capturada pelas pinças de luz.

4.5.6. Espectroscopia Raman

É subclasse de: Espectroscopia

Contexto: Sabe-se que a *espectroscopia Raman* é uma técnica analítica estrutural perfeitamente apropriada para a identificação de traços de impurezas (fases secundárias) em uma ampla faixa de materiais cerâmicos quando a difração de raios X não possuir resolução suficiente [91]. Técnicas espectroscópicas (em especial, *espectroscopia Raman*) são sensíveis a ordem a curto alcance, desordens estruturais

e/ou químicas que causam mudanças na frequência e no tempo de vida dos fônons, levando-se ao deslocamento e alargamento dos picos Raman. Por isso, esta técnica apresenta um maior limite de detecção, por conseguinte, adequado para checar tanto os traços de óxido de nióbio não reagido no pó de MgNb_2O_6 , quanto as fases do tipo pirocloro no $65\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3 - 35\text{PbTiO}_3$.

Sinônimo: Efeito Raman

4.5.6. Efeito Raman

É subclasse de: Espectroscopia

Contexto: Quando um feixe de luz monocromática é espalhado pelas moléculas de um composto, verifica-se que uma pequena parte da luz espalhada tem uma frequência que difere da radiação incidente. Este é o denominado *efeito Raman*.

Sinônimo: Espectroscopia Raman

4.6. Lift-off

É subclasse de: Métodos e técnicas

Contexto: *Lift-off* é um método simples que é muito utilizado na definição de linhas de metal. Neste processo o metal é evaporado sobre o substrato com fotorresista revelado, fixando-se sobre as zonas livres de resina e sobre a resina resultante do processo de fotogração. Após a evaporação o metal depositado sobre a resina é removido pela dissolução da resina que o suporta

4.7. Litografia

É subclasse de: Métodos e técnicas

Contexto: A *litografia* corresponde ao processo de transferência de padrões definidos numa máscara para a superfície de um lâmina.

4.7.1. Fotolitografia

É subclasse de: Litografia

Contexto: Por meio da *fotolitografia*, técnica que permite esculpir microcircuitos, a miniaturização que se consegue é de 250 nanômetros.

4.7.2. Litografia de nanoimpressão

É subclasse de: Litografia

Contexto: A *litografia de nanoimpressão* utiliza um molde rígido para imprimir de forma econômica micro e nanoestruturas em grandes áreas dos compostos de destino, sem exposição a radiação, desenvolvimento ou processos de corrosão.

Sinônimo: Litografia por nanoimpressão

4.7.2. Litografia por nanoimpressão

É subclasse de: Litografia

Contexto: Um método especial de impressão por microcontato é a *litografia por nanoimpressão*, que permite a transferência de padrões mestre fabricados por técnicas litográficas convencionais com fidelidade muito alta explorando a transição vítrea dos polímeros. A litografia de nanoimpressão utiliza um molde rígido para imprimir de forma econômica micro e nanoestruturas em grandes áreas dos compostos de destino, sem exposição a radiação, desenvolvimento ou processos de corrosão.

Sinônimo: Litografia por nanoimpressão

4.7.3. Litografia óptica

É subclasse de: Litografia

Contexto: A *litografia óptica* apresenta um limite bem definido de miniaturização. Atualmente ela é a mais utilizada industrialmente por permitir a produção simultânea de um grande número de dispositivos, delineados em uma mesma máscara. Essa técnica, contudo, restringe-se à fabricação de dispositivos cujas dimensões não sejam inferiores ao comprimento de onda da luz empregada (λ), que define a periodicidade espacial de ondas em geral.

4.7.4. Litografia por feixe de elétrons

É subclasse de: Litografia

Contexto: Para criar os "nanogaps", os cientistas utilizaram a *litografia por feixe de elétrons*, uma ferramenta bastante comum em laboratórios do mundo todo, capaz de criar estruturas sobre uma superfície "escavando" os seus átomos. A grande sacada dos cientistas foi alterar o material a ser escavado: eles utilizaram o nitreto de silício. "A *litografia por feixe de elétrons* funciona bem em pequena escala, mas é limitada a dimensões até 10 nanômetros," diz Drndic. "Não é simples como traçar uma linha sobre um papel; à medida em que o feixe de elétrons atinge o material, eles tendem a se espalhar, tornando difícil a criação de linhas muito finas."

4.7.5. Litografia por feixe de íons

É subclasse de: Litografia

Contexto: Adotamos o resiste 495PMMA C com peso molecular de 495Mw [1] como resiste básico tendo em vista sua ampla utilização em *litografia por feixe de íons*, raios-X, deep-UV e feixe de elétrons. Através de simulações no código TRIM/SRIM, que emprega a estratégia do Método de Monte Carlo, utilizamos energias na faixa de 10keV à 100keV e espessura do PMMA inferior à 20000 Angstroms.(2 μ m).

4.8. Método BET

É subclasse de: Métodos e técnicas

Contexto: O nome *BET*, da técnica de adsorção de gás, foi designado em homenagem aos três pesquisadores que desenvolveram a teoria de adsorção de gás para efetuarem medidas de área superficial específica, Brunauer, Emmett e Teller, que trabalharam com a isoterma de absorção de multicamadas de gás de forma similar a Langmuir, que equacionou monocamada adsorvida (Brunauer, s., 1938). A isoterma é a relação entre a quantidade de gás adsorvido e a pressão do gás a uma certa temperatura.

4.9. Método de análise térmica

É subclasse de: Métodos e técnicas

Contexto: A calorimetria diferencial de varredura (DSC) é um *método de análise térmica* que registra qualquer mudança de entalpia ou de calor exotérmico ou endotérmico causada pelas mudanças químicas, estruturais ou por transformações de fase ocorridas em uma substância em função da temperatura.

Sinônimo: Método termo-analítico

4.9. Método termo-analítico

É subclasse de: Métodos e técnicas

Contexto: Os *métodos termo-analíticos*, tais como calorimetria exploratória diferencial (DSC), são de grande utilidade para a análise de polímeros¹⁰², e têm sido

utilizados também para investigar interações entre os polímeros e os fármacos em diversas formulações de microesferas¹⁰³ e nanopartículas^{22,79}.

Sinônimo: Método de análise térmica

4.9.1. Análise térmica diferencial

É subclasse de: Método de análise térmica

Contexto: A *análise térmica diferencial* registra qualquer mudança de entalpia, ou seja, de calor exotérmico ou endotérmico causada por mudanças químicas, estruturais ou por transformações de fases. Na análise térmica diferencial, a diferença de temperatura (T), entre uma amostra e uma amostra de referência não reativa é determinada em função do tempo (t), ou em função da temperatura (T), fornecendo informações úteis sobre as temperaturas dos eventos termodinâmicos e cinéticos.

4.9.2. Análise termogravimétrica

É subclasse de: Método de análise térmica

Contexto: A *análise termogravimétrica* é uma técnica na qual a massa da amostra é monitorada como função do tempo ou da temperatura, enquanto a variação de temperatura da amostra, em uma atmosfera específica, é programada.

Sinônimo: Termogravimetria

4.9.2. Termogravimetria

É subclasse de: Método de análise térmica

Contexto: Nos resultados de *termogravimetria* foi possível constatar que compostos carregados com elevadíssimos teores de Hidróxido de Alumínio e que proporcionalmente perderam um teor de água menor durante o processamento, apresentaram um melhor comportamento nos ensaios de inflamabilidade.

Sinônimo: Análise termogravimétrica

4.9.3. Calorimetria diferencial de varredura

É subclasse de: Método de análise térmica

Contexto: A *calorimetria diferencial de varredura* (DSC) é um método de análise térmica que registra qualquer mudança de entalpia ou de calor exotérmico ou endotérmico causada pelas mudanças químicas, estruturais ou por transformações de fase ocorridas em uma substância em função da temperatura.

Sinônimo: Calorimetria exploratória diferencial

4.9.3. Calorimetria exploratória diferencial

É subclasse de: Método de análise térmica

Contexto: Já a *calorimetria exploratória diferencial* é uma técnica na qual a diferença no fluxo de calor para uma amostra e para uma referência é monitorada versus o tempo ou temperatura, enquanto a variação de temperatura da amostra, em uma atmosfera específica, é programada⁵⁰.

Sinônimo: Calorimetria diferencial de varredura

4.10. Método de Rietveld

É subclasse de: Métodos e técnicas

Contexto: O *método de Rietveld* utiliza a técnica de mínimos quadrados para ajustar o perfil de uma difração de raios X. A partir do difratograma obtido experimentalmente os dados estruturais são refinados de modo que a diferença entre o difratograma teórico e observado seja a menor possível⁵².

4.11. Método físico

É subclasse de: Métodos e técnicas

Contexto: Dentre os *métodos físicos*, os mais empregados são o método de redução de tamanho por moagem, os métodos da deposição de vapor e o do arco de carbono.

4.11.1. Redução de tamanho por moagem

É subclasse de: Método físico

Contexto: Entre os métodos físicos destaca-se o método clássico da preparação de sóis coloidais por desagregação (*redução de tamanho por moagem*), e métodos mais modernos como o método da deposição por vapor e do arco de carbono.

4.11.1.1. Moagem de alta energia

É subclasse de: Redução de tamanho por moagem

Contexto: De um modo geral, a moagem de alta energia define todos os processos onde alta deformação plástica é imposta ao material, durante a moagem, devido a: alta razão entre a massa das bolas e a massa do material a ser moído e alta frequência de choques entre bolas e material. Com isso há uma substancial redução dos tamanhos de partículas e de grãos durante a moagem.

4.11.1.1. Moagem mecânica

É subclasse de: Moagem de alta energia

Contexto: No caso da *moagem mecânica*, geralmente apenas um elemento (metal, composto ou liga) é moído, ou seja, o material já parte de uma condição homogênea e, conseqüentemente, não é necessária a transferência de massa durante a moagem para se obter um produto final homogêneo. Porém, além da diminuição dos tamanhos de grãos e de partículas, mudanças estruturais podem ocorrer devido a *moagem mecânica*, tais como a transformação de 14 compostos intermetálicos ordenados em desordenados e amorfização de compostos e ligas.

4.11.1.2. Moagem reativa

É subclasse de: Moagem de alta energia

Contexto: Já na *moagem reativa*, o processo de moagem é acompanhado por uma reação de estado sólido (oxidação, redução, oxi-redução, nitretação, hidretação, borretação, dentre outras) que pode acontecer entre os elementos que estão sendo moídos ou entre os elementos e a atmosfera de moagem (atmosfera reativa). No processamento de materiais para armazenagem de hidrogênio, um ou mais metais puros, compostos intermetálicos ou ligas são moídos em atmosfera de hidrogênio. Porém, alguns estudos foram realizados no processamento destes materiais utilizando-se outros gases ricos em hidrogênio, como por exemplo amônia [21].

4.11.2. Solidificação rápida

É subclasse de: Método físico

Contexto: A técnica para obter as ligas amorfas utilizada nesse trabalho foi a de solidificação rápida a partir do estado líquido, por melt spinning.

4.12. Método químico

É subclasse de: Métodos e técnicas

Contexto: Diferentes *métodos químicos* são atualmente empregados para obtenção de cerâmicas nanocristalinas: co-precipitação, sol-gel, spray-pirólise, laser ablation, rotas hidrotermais, entre outros.

4.12.1. Método de coprecipitação

É subclasse de: Método químico

Contexto: O *método de coprecipitação* baseia-se na preparação de soluções homogêneas contendo os cátions desejados e na precipitação simultânea estequiométrica desses cátions em solução, na forma de hidróxidos, oxalatos etc²⁷. No processo de precipitação, um sólido insolúvel é formado a partir de uma solução. A precipitação de um sistema multicomponente origina os óxidos mistos. O precipitado gerado deve ser filtrado, lavado e calcinado.

4.12.2. Método dos precursores poliméricos

É subclasse de: Método químico

Contexto: O *método dos precursores poliméricos* é um método de síntese química que se baseia em uma solução de etileno glicol (EG), ácido cítrico (AC) e íons metálicos (M), que é polimerizada formando uma resina tipo poliéster. Este método recebeu atenção considerável por sua simplicidade¹³¹⁻¹³⁸.

Sinônimo: Método Pechini

4.12.2. Método Pechini

É subclasse de: Método químico

Contexto: O *método Pechini* consiste na formação de quelatos entre os cátions metálicos (dissolvidos em solução aquosa) com ácidos carboxílicos (ácido cítrico) e posterior polimerização através de uma reação de poliesterificação com poliálcoois (etilenoglicol), visando uma distribuição melhor dos cátions (aleatoriedade) a nível atômico, na estrutura polimérica.

Sinônimo: Método dos precursores poliméricos

4.12.3. Método sol-gel

É subclasse de: Método químico

Contexto: O *método sol-gel* visa a obtenção de um gel ou uma resina polimérica, a partir de precursores orgânicos. A transição de um líquido (solução ou suspensão coloidal) para um "gel" (di ou multifásico) origina a expressão sol-gel. Este método requer baixas temperaturas de síntese e proporciona a obtenção de materiais homogêneos, por utilizar um controle da estequiometria em nível molecular.

4.12.4. Passivação

É subclasse de: Métodos químicos

Contexto: Foi realizado um estudo detalhado e constatou-se que a corrente de fuga de superfície foi reduzida em 75% com o uso destes filmes passivantes. Esta técnica de *passivação* permite operar transistores de alta frequência com ganho em baixíssimas correntes.

4.12.5. Redox

É subclasse de: Métodos químicos

Contexto: A transferência de elétrons de uma molécula para outra é um processo dinâmico direcionado pela diferença de potencial (AE), que surge naturalmente em função da capacidade intrínseca das espécies químicas de ganhar ou perder elétrons, em um

processo conhecido como óxi-redução ou, simplesmente, *redox*. A espécie que perde elétrons é chamada de agente redutor; a que ganha elétrons, de oxidante. Também é possível aplicar uma diferença de potencial e induzir transferência de elétrons por meio de técnicas eletroquímicas, nas quais um dos agentes é o próprio eletrodo (formado por um fio metálico, por exemplo).

4.12.6. Redução carbotérmica

É subclasse de: Métodos químicos

Contexto: Para as sínteses utilizou-se o método de *redução carbotérmica*, que é um método na qual os óxidos são misturados com carbono para proporcionar a obtenção das nanoestruturas em temperaturas mais baixas do que pelo método de evaporação convencional.

4.13. Microscopia

É subclasse de: Métodos e técnicas

Contexto: A *microscopia* é um campo antigo das ciências exatas, que teve um papel fundamental no desenvolvimento da química e das ciências biológicas. Nos últimos 20 anos, a *microscopia* vem surpreendendo com avanços extraordinários, cujo impacto científico e tecnológico somente poderá ser avaliado no futuro. Estes avanços ocorrem em todas as áreas da *microscopia*.

4.13.1. Microscopia de força atômica

É subclasse de: Microscopia

Contexto: A *microscopia de força atômica* tem dado uma contribuição significativa para o desenvolvimento da nanotecnologia. O fundamento d microscópio é baseado em leis elementares da Física, mas ele conta com a moderna tecnologia de semicondutores.

4.13.2. Microscopia de tunelamento

É subclasse de: Microscopia

Contexto: A *microscopia de tunelamento* (STM) é a técnica pioneira que levou ao surgimento das mais de doze técnicas que formam atualmente a família SPM. Esta técnica utiliza um fio de platina, terminado em uma ponta muito fina (sensor), que correlaciona a corrente tunelada da superfície da amostra (condutora ou semicondutora) com a topologia que lhe é característica.

4.13.3. Microscopia eletrônica

É subclasse de: Microscopia

Contexto: Em *microscopia eletrônica*, a luz visível é substituída por feixes de elétrons, e, sabe-se, baseado nas teorias de Louis de Brouglie e experimentos independentes de Thompson e Reid em 1927, que os elétrons podem se comportar como ondas, e com comprimento de ondas substancialmente menor que o da luz visível. Neste caso, o principal obstáculo para o aumento do poder de resolução foi suplantado, e, portanto, a *microscopia eletrônica* tem um poder de resolução muito maior do que a microscopia de luz. Vale chamar atenção neste ponto que, tanto na microscopia de luz quanto na eletrônica, o limite de resolução teórico do equipamento não corresponde à realidade, devido à inexistência de lentes perfeitas.

4.13.3.1. Microscopia eletrônica de transmissão

É subclasse de: Microscopia eletrônica

Contexto: *Microscopia Eletrônica de Transmissão* (MET) O microscópio eletrônico de transmissão é uma ferramenta de análise indispensável ao presente trabalho. O uso deste permite estimar o tamanho das partículas do pigmento sintetizado, além de confirmar a presença da matriz encapsuladora, posteriormente formada. A *microscopia eletrônica de transmissão* foi empregada na observação de detalhes microestruturais como a orientação cristalográfica e distribuição das partículas, e também para verificar a existência e a espessura da camada de SiO₂ que envolve as partículas de NiTiO₃.

4.13.3.2. Microscopia eletrônica de varredura

É subclasse de: Microscopia eletrônica

Contexto: A *microscopia eletrônica de varredura*⁶⁰ é bastante útil no estudo da morfologia das partículas. A fim de se verificar a aglomeração do material e acompanhar o efeito da temperatura e do processamento sobre a microestrutura, tal técnica foi utilizada.

4.13.3.2.1. Microscopia de varredura por sonda

É subclasse de: Microscopia eletrônica de varredura

Contexto: SPM - *microscopia de varredura por sonda*, do inglês Scanning Probe Microscopy, constitui uma família de microscópios, incluindo o AFM, onde propriedades dos materiais como rugosidade, elasticidade etc, são medidas através de uma sonda (com uma ponta na extremidade) que entra em contato com a superfície a ser analisada.

4.13.4. Microscopia óptica

É subclasse de: Microscopia

Contexto: A *microscopia óptica* é de utilização simples, rápida, e permite a análise de grandes áreas. Durante a análise das amostras empregou-se o microscópio óptico de luz refletida.

4.14. Polimerização

É subclasse de: Métodos e técnicas

Contexto: Porém, na presença da *polimerização*, que tende a diminuir o consumo de flúor, o efeito de carregamento é menos expressivo, mesmo com a lâmina de Si.

4.15. Processo cerâmico

É subclasse de: Métodos e técnicas

Contexto: O conhecimento da textura de um determinado material fundamental para o estudo e compreensão da maioria dos *processos cerâmicos*: secagem, pirólise, conformação, sinterização e outros. Sendo essencial, principalmente, quando o material será aplicado como catalisador e/ou sensor de gases.

4.15.1. Prensagem isostática

É subclasse de: Processo cerâmico

Contexto: As pastilhas foram obtidas por *prensagem isostática*, em álcool isopropílico, sob pressão de 210 MPa.

4.15.2. Pirólise

É subclasse de: Processo cerâmico

Contexto: A *pirólise* desta resina em temperaturas de 500oC promove a formação de nanopartícula de SnO₂. Este método tem sido utilizado com sucesso para obtenção de pós e filmes finos de óxido de estanho puro e dopado.

4.15.3. Secagem

É subclasse de: Processo cerâmico

Contexto: A *secagem* de suspensões de nanopartículas normalmente é empregada visando-se o interesse de aplicação industrial dos produtos secos pela diminuição da contaminação microbiana, pela viabilidade tecnológica como intermediários de formas sólidas finais, assim como pelo aumento da estabilidade físico-química dos produtos³⁶⁻³⁹.

4.15.4. Sinterização

É subclasse de: Processo cerâmico

Contexto: *Sinterização* é o processo de consolidação do produto durante a queima; ou seja, de união das partículas de maneira que elas adquiram resistência mecânica.

4.16. Síntese de material

É subclasse de: Métodos e técnicas

Contexto: Os dois primeiros estão dedicados à *síntese de materiais*, etapa inicial e fundamental de toda a pesquisa em micro e nanotecnologias.

4.16.1. Síntese de nanopartícula

É subclasse de: Síntese de material

Contexto: A *síntese de nanopartículas* de certos tipos de materiais tem sido buscada há muito tempo, já que suas propriedades podem ser acentuadas a níveis inimagináveis devido à redução do tamanho até a escala nanométrica. Apenas para fazer uma analogia, os processos quânticos ocorrem na mesma escala e pode-se imaginar que estes processos possam ser investigados e eventualmente empregados em diferentes tipos de aplicações.

4.16.2. Síntese de nanotubo

É subclasse de: Síntese de material

Contexto: Estão sendo adquiridos, através de importação, alguns equipamentos destinados à *síntese de nanotubos* e equipamentos para a caracterização experimental das amostras.

4.17. Técnica de preparo de nanoestruturas

É subclasse de: Métodos e técnicas

Contexto: As *técnicas de preparo de nanoestruturas* podem ser divididas em duas categorias: (1) os processos "top-down" e (2) os métodos "bottom-up". A diferença entre esses processos está relacionada ao caminho utilizado para obter os nanocristais.

4.17.1. Bottom-up

É subclasse de: Técnica de preparo de nanoestruturas

Contexto: A outra técnica existente de nanofabricação chama-se bottom-up (de baixo para cima), e utiliza átomos e moléculas como se fossem tijolos. Eles vão sendo empilhados e unidos até que a estrutura esteja completa.

4.17.2. Polimerização por plasma

É subclasse de: Polimerização

Contexto: Posteriormente, seu uso evoluiu para a formação de uma camada polimérica de silanos, pelos métodos de dip-coating ou *polimerização por plasma*, resultando nos chamados siloxanos, que se aderem fortemente ao substrato e que, quando se trata de silanos funcionais, os que possuem uma função química específica (amina, nitrila, vinila, etc.) na sua molécula, podem promover a adesão das camadas subseqüentes de um dado sistema de pintura.

4.17.3. Top-down

É subclasse de: Técnica de preparo de nanoestruturas

Contexto: No mundo nano, chama-se técnica *top-down* (de cima para baixo) o modo de fabricação pelo qual os pesquisadores chegam à nanoestrutura desejada partindo de um bloco maior de material. Através de processos de estamparia muito sofisticados (por isso, 'de cima para baixo'), esculpe-se no material a estrutura desejada, retirando-se as partes desnecessárias.

5. Propriedades

5.1. Caracterização

É subclasse de: Propriedades

Contexto: Desse modo, a *caracterização* dessas estruturas é fundamental para garantir a qualidade das formulações.

5.1.1. Caracterização estrutural

É subclasse de: Caracterização

Contexto: Além da *caracterização estrutural* dos filmes LB para muitas aplicações é importante estudar as propriedades elétricas e ópticas dos filmes, inclusive a maneira como tais propriedades são afetadas ao submeter os filmes a diferentes situações.

5.2. Espectro de amplificação Brillouin

É subclasse de: Propriedades

Contexto: Para observar o *espectro de amplificação Brillouin*, aplica-se um sinal dente-de-serra modulando a frequência de emissão do laser de bombeio e monitora-se o sinal óptico detectado em D1.

5.3. Grandeza física

É subclasse de: Propriedade

Contexto: Podemos, no entanto, buscar equivalências entre as unidades de medida que se referem à mesma *grandeza física*. Assim, uma outra forma de expressar 1 nanometro é em função de sua relação com o metro: 10^{-9} metros, o que é o mesmo que escrever 0,000000001 metros.

5.3.1. Área

É subclasse de: Grandeza física

Contexto: Através deste aplicativo é possível a determinação da quantidade de partículas presentes na imagem, bem como a determinação de seu diâmetro, *área* e perímetro.

5.3.1.1. Área superficial específica

É subclasse de: Área

Contexto: A *área de superfície específica* SBET é tomada como o valor mais provável da área que mede a superfície do sólido, sendo definida como área recoberta por cada molécula do gás Smol multiplicado pelo número de moléculas n contidas em V_m , segundo a Equação 3.3.

5.3.2. Atividade catalítica

É subclasse de: Grandeza física

Contexto: Buscou-se aliar a ação do fluoreto de magnésio como protetor de superfície e controlador do processo de moagem, à ação de um metal de transição ou seu hidreto, que apresentam *atividade catalítica* conhecida nas reações entre o magnésio e o hidrogênio.

5.3.3. Campo elétrico

É subclasse de: Grandeza física

Contexto: A trajetória das partículas é determinada pela combinação da influência do campo elétrico e da vazão do gás sobre as mesmas, além do efeito do vento corona, que causa uma vazão secundária devido à ação do *campo elétrico* sobre os íons e partículas carregadas (Lind, 1997; Blanchard et al., 2001). Segundo White (1963), quando consideradas partículas maiores, o *campo elétrico* exerce grande influência, enquanto que, para as menores, a vazão é o fator de maior importância.

5.3.4. Capacitância

É subclasse de: Grandeza física

Contexto: O problema é que, conforme a espessura do óxido aumenta, a *capacitância* da porta diminui. O leitor poderia perguntar: a *capacitância* não é prejudicial? Frequentemente, a *capacitância* deve, de fato, ser evitada, mas a porta de um transistor funciona induzindo carga elétrica no silício subjacente, gerando um canal para a corrente fluir. Se a *capacitância* for baixa demais, não haverá carga suficiente nesse canal para que conduza eletricidade.

5.3.5. Carga elétrica

É subclasse de: Grandeza física

Contexto: Estes tipos podem ser classificados pelo número de prótons (partículas subatômicas de *carga elétrica* positiva) contidos em seus núcleos.

5.3.6. Condutância

É subclasse de: Grandeza física

Contexto: Devido aos efeitos quânticos, a *condutância* nos nanofios metálicos difere fortemente da *condutância* nos fios metálicos macroscópicos com os quais estamos acostumados.

5.3.7. Condutividade térmica

É subclasse de: Grandeza física

Contexto: O comportamento de materiais e sistemas em nanoescala não é necessariamente previsível a partir do comportamento observado em escalas maiores. Um exemplo disso é que mais de 31 propriedades físicas são alteradas em função da redução de tamanho, entre as quais: resistência, dureza, *condutividade térmica* e tempo de vida útil.

5.3.8. Concentração

É subclasse de: Grandeza física

Contexto: A *concentração* na qual se inicia o processo de formação das micelas é chamada de Concentração Micelar Crítica, (CMC) que é uma propriedade intrínseca e característica do surfactante.

5.3.9. Densidade

É subclasse de: Grandeza física

Contexto: Numa *densidade* baixa, as moléculas ficam paralelas à superfície de mercúrio. Em uma *densidade* intermediária, elas se inclinam, fazendo com que sua extremidade, que consiste em um átomo de enxofre, fique em contato com o mercúrio. Finalmente, na maior *densidade* observada, as moléculas ficam de pé.

5.3.10. Dimensão

É subclasse de: Grandeza física

Contexto: A nanotecnologia e as nanociências contemplam o universo nanométrico, no qual a *dimensão* física é representada por uma unidade equivalente a um bilionésimo do metro. Essa *dimensão* é expressa pelo prefixo nano, do grego "anão", de onde também vem a palavra "nanico". Sua notação é nm ou 10^{-9} m. Só para se ter uma noção desse tamanho, 1 nm equivale aproximadamente ao comprimento de dez átomos enfileirados. Um nanotu-bo de carbono tem um diâmetro da ordem de 10 nm. A *dimensão* de uma molécula de DNA situa-se na escala de 100 nm e é um pouco menor que a de um vírus. As hemácias, que são as células vermelhas do sangue, são da ordem de 10 microns ou 10.000 nm.

5.3.10.1. Escala micrométrica

É subclasse de: Dimensão

Contexto: A palavra usada para denominar essa ciência em nanoescala sugerida por Feynman, ou mais precisamente, o termo nanotecnologia, surgiu apenas em 1974, quando um pesquisador da Universidade de Tóquio, Norio Taniguchi, fez a distinção entre engenharia em *escala micrométrica* (no início da década de 1970, a microeletrônica moderna estava começando a dar seus primeiros passos em larga escala) e o novo campo da engenharia, em escala submicrométrica, que estava começando a emergir.

5.3.10.2. Escala nanométrica

É subclasse de: Dimensão

Contexto: A nanotecnologia é a ciência que trabalha com nanopartículas, algo em torno de um bilionésimo do metro. Se nós dividirmos um fio de cabelo por 100 mil vezes, chegamos à *escala nanométrica*. Apesar do tamanho tão difícil de imaginar, a nanotecnologia trabalha com moléculas grandes, de acordo com o professor Henrique Eisi Toma, do Instituto de Química da Universidade de São Paulo (IQ-USP).

5.3.10.2.1. Nanômetro

É subclasse de: Escala nanométrica

Contexto: "O *nanômetro* já é uma escala na qual vamos encontrar moléculas grandes, estruturas mais complicadas. Justamente na escala nanométrica é que as moléculas adquirem capacidade de realizar alguma tarefa. Dizemos que elas se tornam

inteligentes. Nesse estágio, as moléculas formam conjuntos grandes que encerram informações."

5.3.10.3. Escala nanoscópica

É subclasse de: Dimensão

Contexto: É o caso de Nadrian Seeman, da Universidade de Nova York, que monta estruturas complexas em *escala nanoscópica* (milionésimos de milímetro) usando como matéria-prima o próprio DNA (veja quadro acima).

5.3.11. Energia

É subclasse de: Grandeza física

Contexto: A *energia* produzida é convertida principalmente em fluxo de elétrons, que é aproveitado para a síntese de ATP.

5.3.11.1. Energia cinética

É subclasse de: Energia

Contexto: A *energia cinética* desses elétrons é suficiente para retirar, através do impacto, novos elétrons das moléculas neutras de gás e formar íons positivos, produzindo, assim, uma "avalanche" de elétrons.

5.3.12. Força

É subclasse de: Grandeza física

Contexto: A *força* utilizada é da ordem de grandeza das forças interatômicas (cerca de 10^{-9} Newton), o que leva esta técnica de análise ser comumente denominada de "Microscopia de Força Atômica".

5.3.13. Potência

É subclasse de: Grandeza física

Contexto: A eletricidade que fornece *potência* a um carro com células a combustível é produzida quando elétrons são removidos de átomos de hidrogênio em áreas catalisadoras na superfície da membrana.

5.3.13.1. Potência óptica

É subclasse de: Potência

Contexto: Na prática, o aumento da *potência óptica* dos campos ópticos interagentes só é possível através da utilização de fontes laser com maior potência de emissão, assim o artifício mais utilizado para melhorar a qualidade do sinal detectado é o aumento do número de médias realizadas pelo osciloscópio durante a aquisição do sinal modulado.

5.3.14. Pressão

É subclasse de: Grandeza física

Contexto: Ambos são submetidos a uma temperatura de 600°C e a uma *pressão* de 5 mil atmosferas.

5.3.15. Temperatura

É subclasse de: Grandeza física

Contexto: O resultado foi a geração de fótons um por um em 91% do tempo a uma *temperatura* próxima ao zero absoluto. Mas a eficácia do experimento ainda atingiu

53% quando a *temperatura* foi elevada para -153o C. Esta já é uma *temperatura* economicamente viável para o prosseguimento de experiências de natureza prática.

5.3.16. Tempo

É subclasse de: Grandeza física

Contexto: Ou seja: um femtossegundo é o *tempo* que se obtém quando se divide um segundo por um quatrilhão.

5.3.17. Velocidade

É subclasse de: Grandeza física

Contexto: Durante a realização dos testes, a corrente gerada no precipitador, em decorrência da aplicação da tensão elétrica, foi monitorada, sendo os valores obtidos no início de cada experimento apresentados na Tabela 4.1 e Tabela 4.2, nas quais a primeira linha refere-se à *velocidade* de 1,0 m/s e a segunda à *velocidade* de 1,5 m/s.

5.3.18. Voltagem

É subclasse de: Grandeza física

Contexto: As duas curvas não sobrepostas, obtidas na Figura 2.28, quando a *voltagem* é variada de ± 12 V, que apresentam o aspecto "borboleta", caracterizando a inversão dos domínios são características de materiais ferrelétricos, como era esperado.

5.3.19. Volume

É subclasse de: Grandeza física

Contexto: Devido ao pequeno tamanho do nanossensor, o *volume* da amostra foi reduzido por mais de 6 vezes em magnitude sobre os sensores óptico-químicos tradicionais, tornando-o ideal para medidas subcelulares.

5.4. Propriedade elétrica

É subclasse de: Propriedades

Contexto: As *propriedades elétricas* são normalmente investigadas com medidas do potencial de superfície, que dão informações sobre os momentos de dipolo das moléculas e da possível presença de carga elétrica no filme, e de condutividade elétrica.

5.4.1. Constante dielétrica

É subclasse de: Propriedade elétrica

Contexto: A constante dielétrica (k') é a propriedade determinante da capacitância do circuito, sendo o fator de principal importância.

5.5. Propriedade eletroquímica

É subclasse de: Propriedades

Contexto: Desde então, diversos trabalhos vêm sendo publicados visando a otimização das *propriedades eletroquímicas* e melhor compreensão dos processos envolvidos durante as etapas de carga/descarga destes nano-híbridos^{38,43-47,59}.

5.5.1. Potencial de corrosão

É subclasse de: Propriedade eletroquímica

Contexto: É o caso de Nadrian Seeman, da Universidade de Nova York, que monta estruturas complexas em *escala nanoscópica* (milionésimos de milímetro) usando como matéria-prima o próprio DNA (veja quadro acima).

5.6. Propriedade mecânica

É subclasse de: Propriedades

Contexto: Uma das *propriedades mecânicas* que caracterizam a resistência de um material a aplicação de um esforço é a dureza.

5.6.1. Atrito

É subclasse de: Propriedade mecânica

Contexto: Este microscópio é uma ferramenta importante no estudo da topografia e das propriedades mecânicas de superfícies, tais como: *atrato*, rugosidade, dureza, rigidez, elasticidade e resistência.

5.6.2. Dureza

É subclasse de: Propriedade mecânica

Contexto: Atualmente, o principal modo de avaliação da *dureza* é realizado através de técnicas de indentação dinâmica tanto para materiais em volume como para materiais revestidos com filmes finos.

5.6.3. Elasticidade

É subclasse de: Propriedade mecânica

Contexto: E, quando a agulha toca a superfície, a *elasticidade* ou a rigidez da superfície determinam a força com que a agulha será repelida.

5.6.4. Rugosidade

É subclasse de: Propriedade mecânica

Contexto: E os resultados da pesquisa já deverão dar lucros para a indústria de semicondutores: a pesquisa mostrou que os métodos atuais exageram a *rugosidade* dos componentes em até 40 por cento. "Neste tipo de medição," explica o cientista John Villarrubia, "além da aspereza real, há também uma falsa aspereza causada pelos ruídos da própria medição. Nosso método inclui uma correção para remover erros sistemáticos introduzidos pela medição."

5.7. Propriedade termodinâmica

É subclasse de: Propriedades

Contexto: Um gráfico de van't Hoff ($\ln p$ versus $1/T$) é uma reta cuja inclinação pode ser utilizada para determinar as *propriedades termodinâmicas* (entalpia e entropia) de formação/dissociação dos hidretos.

5.7.1. Entalpia

É subclasse de: Propriedade termodinâmica

Contexto: Assim, para determinar a *entalpia* para cada componente temos que $\Delta H_f = \sum C_p \Delta T$ sendo H_f a entalpia padrão de formação n a composição molar; C_p a capacidade calorífica em função da temperatura de reação.

5.7.2. Entropia

É subclasse de: Propriedade termodinâmica

Contexto: A variação de *entropia* de um sistema ocorre com o aquecimento, e é descrita pela equação $\Delta S_{reação} = \sum S_f^o + \sum C_p/T \, dT$ (A.3) Onde, S_f^o é a *entropia* padrão.

6. Teorias

6.1. Teoria física

É subclasse de: Teorias

Contexto: Durante as décadas de 80 e 90 os físicos descobriram novas e fascinantes propriedades computacionais que só podem existir nesse limite, graças às Leis da Mecânica Quântica, a *teoria física* que governa o comportamento de átomos e moléculas.

6.1.1. Física quântica

É subclasse de: Teoria física

Contexto: A nova *física quântica* só foi desenvolvida mais de 20 anos após a formulação da hipótese de Planck. Em 1923, Louis de Broglie (1892-1987) propôs, em sua tese de doutorado, que o comportamento corpuscular da luz deveria ter como contrapartida o comportamento ondulatório de partículas: átomos e elétrons deveriam também comportar-se como ondas.

6.1.1.1. Mecânica quântica

É subclasse de: Física quântica

Contexto: Quando vamos ao mundo muito, muito pequeno - digamos, circuitos de sete átomos -, acontecem uma série de coisas novas que significam oportunidades completamente novas para design. Átomos na escala pequena não se comportam como nada na escala grande, pois eles seguem as leis da *mecânica quântica*

Autorizo a reprodução xerográfica para fins de pesquisa.

São José do Rio Preto, 20 de março de 2009

Deni Yuzo Kasama