

Personalidade Acadêmica Homenageada:
Catherine V. Scott (Agnes Scott College)

NANOTECNOLOGIAS E RISCOS NO AMBIENTE DE TRABALHO: A PROTEÇÃO AO TRABALHADOR A PARTIR DO PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO

NANOTECHNOLOGIES AND RISKS IN THE WORK ENVIRONMENT: PROTECTION OF WORKERS BY THE PRECAUTIONARY PRINCIPLE

RUDINEI JOSE ORTIGARA

Mestre e doutorando em Direito no Programa de Pós-Graduação em Direito da Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Professor no Curso de Direito da FAE Centro Universitário. Email: rudi.ortigara@yahoo.com.br.

RESUMO

O processo de inovação tecnológica é tido como fundamental para o desenvolvimento de atividades econômicas e sociais. Setores empresariais vêm adotando em seus sistemas produtivos nanotecnologias como elemento competitivo, de modo a potencializar ou inovar a produção. Devido à dimensão da matéria trabalhada, ou das potencialidades obtidas na escala nano, as aplicações são inúmeras e crescentes. Mas nem tudo são potencialidades positivas; há, também, riscos, que, devido à escala diminuta, bem como da alteração das potencialidades da matéria, podem apresentar uma série de riscos à saúde e segurança humana, extensível ao ambiente de trabalho, vez que os trabalhadores, envolvidos diretamente em processos produtivos, manipulam diretamente nanomateriais. A preocupação da presente pesquisa, portanto, está em verificar possíveis parâmetros para a gestão de riscos e incertezas ligadas à nanotecnologia no ambiente de trabalho, de modo a evitar riscos à saúde e segurança do trabalhador, pois ausente legislação ou normativa específica com tal finalidade. A hipótese é a de que mesmo ante a ausência de normativas específicas para a gestão de riscos, poder-se-á adotar o princípio da precaução para assegurar a

Personalidade Acadêmica Homenageada:
Catherine V. Scott (Agnes Scott College)

saúde e segurança do trabalhador no ambiente laboral. O objetivo consequente é o de verificar se o princípio pode ser adotado como fundamento para a gestão de riscos diante das incertezas, de modo a evitar possíveis lesões a saúde e segurança do trabalhador. Para o desenvolvimento da pesquisa se utiliza de metodologia analítica e hipotético-dedutivo, com aspectos transdisciplinares, a partir de pesquisa bibliográfica. Após a pesquisa, concluiu-se que a hipótese se confirma.

PALAVRAS-CHAVE: Inovação nanotecnológica; Riscos e incertezas; Princípio da Precaução; Proteção ao trabalhador.

ABSTRACT

The process of technological innovation is considered fundamental for the development of economic and social activities. Business sectors have been adopting nanotechnologies in their production systems as a competitive element in order to enhance or innovate production. Due to the size of the material worked or the potential obtained on the nano scale, the applications are numerous and growing. But not everything is positive potentiality; There are also risks that, due to the small scale, as well as the alteration of the potentialities of the matter, can present a series of risks to human health and safety, extending to the work environment, since workers, directly involved in productive processes, directly manipulate nanomaterials. The concern of the present research, therefore, is to verify possible parameters for the management of risks and uncertainties related to nanotechnology in the workplace, in order to avoid risks to the health and safety of the worker, since specific legislation or regulations for such purpose are absent. The hypothesis is that even in the absence of specific rules for risk management, the precautionary principle may be adopted to ensure the health and safety of workers in the workplace. The consequent objective is to verify if the principle can be adopted as a basis for risk management in the face of uncertainties, in order to avoid possible injuries to workers' health and safety. For the development of the research we use analytical and hypothetical-deductive methodology, with

Personalidade Acadêmica Homenageada:
Catherine V. Scott (Agnes Scott College)

transdisciplinary aspects, from bibliographic research. After the research, it was concluded that the hypothesis is confirmed.

KEYWORDS: Nanotechnological Innovation; Risks and uncertainties; Precautionary Principle; Worker protection.

1 INTRODUÇÃO

As nanotecnologias são um marco fundamental no desenvolvimento científico e tecnológico, e de aplicabilidade ampla na atualidade. Por isso são tidas como altamente inovativas, e que podem ser diferenciais competitivos em vários segmentos da produção. O que tem atraído interesse nas nanotecnologias é a possibilidade de se obter novas propriedades em matérias e materiais não disponíveis quando manipuladas em escala maior que a nano. Este fator propiciou e proporciona grandes descobertas e potencialidades de aplicação, pois, a manipulação da matéria se dá no nível atômico, com potencialidades obtidas dos materiais engenheirados impossíveis de se obter em escala macro.

Vislumbrando possibilidade de aplicação prática no setor produtivo, ou mesmo como fator de inovação, empresas, de vários segmentos e setores, e em diversos países, inclusive no Brasil, têm adotado em seus processos ou produtos elementos nanotecnológicos. Fato que se deve às potencialidades econômicas e ganhos de inovação nos setores produtivos. Apesar das potencialidades, nos últimos tempos várias pesquisas vêm demonstrando a possibilidade de a matéria trabalhada em escala atômica, ou seja, nanométrica, assumir, devido à dimensão diminuta, possíveis características toxicológicas, ou que em interação com o organismo humano possa ocasionar lesões à saúde e segurança.

Os impactos não desejáveis ou negativos das nanotecnologias podem se estender para várias áreas e envolvidos, desde o trabalhador, no desenvolvimento e manipulação de nanoelementos, passando pelo consumidor, e até o meio ambiente, como destinatário do descarte. Esta condição acaba por gerar uma série de incertezas

Personalidade Acadêmica Homenageada:
Catherine V. Scott (Agnes Scott College)

acerca da segurança da manipulação de nanoelementos e se seus impactos, apesar de que nem todos possuem potencialidades negativas, bem como dos riscos que possam ocasionar à saúde e segurança dos envolvidos.

O objeto da presente pesquisa não se estenderá à toda esta cadeia, mas tem por interesse verificar possibilidades e parâmetros para a proteção da saúde e segurança do trabalhador no ambiente laboral, especialmente quando a exposição e manipulação de nanoelementos com possibilidades de impactar na segurança e saúde, ou seja, em situações nas quais esteja exposto a possíveis riscos e incertezas provindos da manipulação de elementos em escala nano.

Neste sentido, surgem alguns problemas: como se pode aferir a toxicidade de nanoelementos utilizados nos processos de fabricação de produtos? Como estes podem impactar a saúde e segurança do trabalhador? Existem parâmetros específicos para a gestão e cuidados em relação a possíveis aspectos perigosos e insalubres de nanoelementos? Quais são os parâmetros possíveis para se evitar lesões à saúde e segurança do trabalhador no ambiente de trabalho ante as incertezas inerentes às nanotecnologias?

Verifica-se que a gestão de riscos quanto à aplicação de nanotecnologias não é fator existente no Brasil, seja por meio de legislação específica, por normativas ou mesmo por regulamentos, embora a aplicação nanotecnológica já seja realidade. Portanto, a presente pesquisa se justifica a partir da discussão e da busca, neste cenário, de possíveis parâmetros para a proteção da saúde e segurança do trabalhador no ambiente laboral.

Diante das características das nanotecnologias, bem como das potencialidades de riscos e incertezas, com possibilidade de realização de lesão futuras, pois cumulativas, a hipótese é de que mesmo ante a ausência de normativas específicas para a gestão de riscos, poder-se-á adotar o princípio da precaução para assegurar a saúde e segurança do trabalhador no ambiente laboral, como já vem sendo apontado em algumas diretivas.

Portanto, o objetivo da presente pesquisa é o de verificar se, diante da ausência de normativa específica, e mesmo de previsão legal clara no âmbito do direito trabalhista, o princípio da precaução pode ser adotado como fundamento para

Personalidade Acadêmica Homenageada:
Catherine V. Scott (Agnes Scott College)

a gestão de riscos diante das incertezas nanotecnológicas nos processos produtivos, o que evitaria possíveis lesões, derivadas de adoção de procedimentos dos quais se desconhecem os riscos, ou sobre os quais pairam incertezas acerca dos impactos na saúde e segurança do trabalhador no ambiente de trabalho.

Tendo em vista a problemática e o objetivo, e a partir da utilização de metodologia analítica e hipotético-dedutivo, e com aspectos transdisciplinares, a pesquisa se desenvolve inicialmente com a exposição e apresentação de conceitos e potencialidades aplicativas das nanotecnologias. Passa, na sequência, a apresentar possíveis riscos e incertezas em relação à manipulação de nanoelementos no ambiente de trabalho. E, por fim, a partir dos riscos e incertezas, passa a verificar possíveis balizas e parâmetros para a proteção da saúde e segurança do trabalhador a partir do princípio da precaução aplicado ao ambiente de trabalho.

2 CONCEITOS E POTENCIALIDADES APLICATIVAS DAS NANOTECNOLOGIAS

Historicamente, o marco inicial dos estudos da perspectiva nanotecnológica se encontra no ano de 1959 quando o físico visionário americano Richard Feynman¹, em palestra intitulada “*Há muito mais espaço lá embaixo*”² (2004), mesmo sem utilizar diretamente o termo nanotecnologia, destacou novas possibilidades em relação à manipulação de estruturas da matéria em nível de átomos e moléculas, que, nesta condição de escala apresentavam novas características, bem como podem gerar novos componentes, eventos, e qualidades, ampliando significativamente o campo de aplicação de materiais. E neste campo “(...) pouco tem sido feito, mas no qual, em princípio, uma enormidade pode ser conseguida” (FEYNMAN, 2004, p. 137).

O físico visionário estava à frente do seu tempo quando proferiu a palestra, pois, na década de 1960 não havia equipamentos possíveis de manipulação da matéria em escala nano. Apesar do tom profético, o primeiro “passeio” pela escala

¹ Richard Feynman, físico teórico, e Nobel de física do ano de 1965.

² Trata-se de conferência proferida em 29 de dezembro de 1959, no encontro anual da sociedade americana de Física (APS, da sigla em inglês), no Instituto de Tecnologia da Califórnia.

Personalidade Acadêmica Homenageada:
Catherine V. Scott (Agnes Scott College)

nano demorou em torno de 20 anos, e se materializou na década de 1980 quando físicos europeus se utilizaram de microscópios de sonda, com agulha de ponta de poucos átomos, para mapear com precisão objetos em escala atômica (MELO; PIMENTA, 2004, p. 13). As pesquisas tecnocientíficas em escala nano se tornaram cada vez mais concretas a partir da década de 1990, com a criação de novos equipamentos e a abertura de novos campos de aplicabilidade³.

Quando se fala em nanotecnologias, está-se a tratar de unidade de medida, ou seja, de manipulação da matéria em escala extremamente diminuta, menor que aquela utilizada para a manipulação de materiais encontrados e naturalmente organizados pela estrutura própria da natureza. Como escala de medida, um nano corresponde à bilionésima parte do metro ($1\text{m} \times 10^9$), ou seja, 0,000000001 metro, “medida tão pequena que são necessários cerca de 400.000 átomos montados para atingir a espessura de um fio de cabelo” (ENGELMANN; HOHENDORFF, 2013, p. 04).

Nesta escala os materiais podem alterar suas potencialidades, assumindo novas características e diversas daquelas em escala normal. Para que materiais sejam considerados como nanomateriais engenheirados devem ser preenchidos dois critérios. O primeiro é haver alguma estrutura intencionalmente engenheirada com ao menos uma das dimensões na escala entre 1 a 100 nanômetros (ISO TC 229, 2005). O segundo é a nanoestrutura gerar ao sistema propriedades que as diferem de outras da forma a granel (massa) do mesmo material (HANSEN et al, 2013, p. 563).

³ Segundo Alves (2004, p. 30-31), Sintetizando fatos e descobertas importantes nesta área, temos o seguinte: “Em 1974, Norio Taniguchi cunhou o termo “nanotecnologia”, máquinas que tivessem níveis de tolerância inferiores a um micron (1000 nm). Também podem ser citados o trabalho de Gerd Binnig e Heinrich Rohrer, criadores do microscópio eletrônico de tunelamento, aparelho que permitiu o imageamento de átomos individuais, em 1981; a descoberta dos fulerenos, por Robert Curl, Harold Kroto e Richard Smalley, em 1985; a publicação do livro de Eric Drexler, Engines of Creation, que popularizou efetivamente a nanotecnologia. (...) O feito de Donald Eigler, (...) escrever o nome IBM, em 1989, com átomos individuais do elemento xenônio e a descoberta dos nanotubos de carbono, feita por Sumio Iijima, no Japão, em 1991. Tais descobertas, aliadas às perspectivas que admitiam a nanotecnologia como “uma nova revolução científica”, (...) levaram a administração de Clinton, então presidente dos Estados Unidos, a lançar, em 2000, no California Institute of Technology, a National Nanotechnology Initiative, [com] investimentos da ordem de U\$\$ 495 milhões, dando também uma visibilidade extraordinária a este campo de pesquisa fartamente explorado pela mídia.”

Personalidade Acadêmica Homenageada:
Catherine V. Scott (Agnes Scott College)

Devido à escala na qual o material é trabalhado, o campo de aplicação e potencialidades são enormes e a cada dia vê o horizonte ampliado. Assim, o correto é se falar em nanotecnologias, pois não se trata de tecnologia única, mas se refere à escala na qual a matéria é manipulada, com o intuito de obter novas potencialidades inéditas, constituindo-se em elemento multidisciplinar de física, química, engenharia, biologia, dentre outros (SHULTE; SALAMANCA-BUENTELLO, 2007). Devido às potencialidades especiais que a matéria engenheirada possui em escala nanométrica, as potencialidades inovativas são ampliadas e acabam por despertar interesse em variados campos de aplicação.

Eric Drexler⁴ afirma que estas tecnologias por terem a capacidade de alcançar alto desempenho trazem em sua gênese a potencialidade de mudar o mundo como o conhecemos, o que inevitavelmente, segundo o autor, ocorrerá com o avanço de pesquisas e de novos instrumentos tecnológicos. “Isto atualmente está levando a um leque muito amplo de usos práticos: novos materiais, novos sensores, novas aplicações na biologia e na medicina” (DREXLER, 2009, p. 42).

Diante das possibilidades e potencialidades, o interesse nesta área está em ascensão em variados campos e setores empresariais, sendo, atualmente, uma das principais frentes de pesquisa para a inovação de produtos (ENGELMANN; HOHENDORFF, 2013, p. 02). Ela já é realidade e empregada ou patenteada por grandes empresas, especialmente dos ramos de tecnologia da informação e comunicação, setor químico e de materiais, e áreas transversas de aplicação, têxtil, automotivo, farmacêutico, cosmético, agrícola, meio ambiente, dentre outros⁵.

No Brasil, igualmente, há crescente interesse pela aplicação de nanotecnologias em produtos, serviços e processos. Segundo dados obtidos em

⁴ Eric Drexler, físico e primeiro Phd em nanotecnologia, causou revolução e despertou em definitivo o interesse pela pesquisa nesta área, por vários pesquisadores e em numerosas áreas da ciência, a partir das ideias lançadas em sua obra “Engines of creation”, livro originalmente publicado no ano de 1986 (DREXLER, 2009, p. 42).

⁵ Para o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (2016, p. 108), “na área de materiais avançados, a contribuição da nanotecnologia é bastante expressiva (...). O desenvolvimento de materiais aplica-se a vários segmentos da economia com características inovadoras e com aplicações de impacto como, por exemplo, nos setores energético, metalúrgico, automobilístico, celulose e papel, eletroeletrônicos, cosméticos, construção civil e nas áreas da saúde, química e petroquímica, agronegócio, tecnologia da informação e comunicação e produção mineral”.

Personalidade Acadêmica Homenageada:
Catherine V. Scott (Agnes Scott College)

pesquisa realizada para mapear o aspecto inovativo da indústria nacional (PINTEC 2016), constatou-se que 975 empresas declararam ter realizado alguma atividade relacionada ao uso, produção, pesquisa e desenvolvimento em nanotecnologia⁶. Embora a constatação, há poucos dados disponíveis sobre a concreção da realidade nanotecnológica no mercado nacional, e sequer um banco de dados ou catálogo nacional de indústrias que a utilizam em processos produtivos ou de produtos postos no mercado de consumo. No âmbito global verifica-se a iniciativa, a partir do ano de 2016, de criação de uma base de dados de produtos contendo nanotecnologias, a partir do site Statnano⁷. A intensão é a de recensear a gama de produtos existentes em nível global⁸. Nesta base de dados há a catalogação de 8.854 produtos, de 2.289 companhias que desenvolvem alguma atividade com nanotecnologias, e provindos de 60 países, dentro dos quais se desenvolvem pesquisas e produtos e serviços nesta área. Dentre os países figura o Brasil, que no catálogo do banco de dados aparece com 179 produtos⁹, com predominância para os da área de cosméticos, da agricultura (sobretudo agrotóxicos) e têxtil¹⁰.

⁶ A pesquisa é realizada e divulgada pelo IBGE a pedido do Ministério da Ciência e Tecnologia. Destaca-se que o último levantamento de dados consolidado foi divulgado no ano de 2016, correspondente ao período pesquisado de 2012 a 2014. Cf.: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica – PINTEC 2014**. Rio de Janeiro: 2016. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv99007.pdf>. Acesso em: 15.09.2019.

⁷ Conferir em <https://product.statnano.com>.

⁸ Segundo Hohendorff e Leal (2018, p. 290), a base de dados foi criada “com a finalidade de se tornar uma fonte de informação confiável, acreditada e atualizada para a análise e caracterização de produtos nanotecnológicos (ou seja, nanoprodutos) introduzidos nos mercados globais, cataloga-se e registra-se toda capacidade de produção de nanotecnologia desenvolvida no mundo.”

⁹ Conferir em: <https://product.statnano.com/search?keyword=brazil>.

¹⁰ Embora a ausência de formalização de um banco de dados, e segundo informação extraída do site da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), “no Brasil, o faturamento das 52 empresas fornecedoras de nanotecnologia ultrapassa os R\$ 175 milhões, com um crescimento de 27% ao ano, numa média muito acima do mercado. Só o estado de Santa Catarina concentra mais da metade do total de empresas de nanotecnologia: são 26 empreendimentos que faturam cerca de R\$ 40 milhões por ano.” Disponível em: <https://www.abdi.com.br/postagem/nano-um-mercado-de-macro-oportunidades>. Acesso em 23/09.2019.

Personalidade Acadêmica Homenageada:
Catherine V. Scott (Agnes Scott College)

3 NANOTECNOLOGIAS E RISCOS NO AMBIENTE DE TRABALHO

Embora o entusiasmo com as possibilidades abertas pela pesquisa e desenvolvimento de produtos em escala nano, sobretudo a partir dos proveitos e benefícios econômicos (FORNASIER, 2013, p. 28), há crescentes evidências sobre riscos, sobretudo pelo viés nanotoxicológico, a todos os envolvidos no processo desde à fabricação, desenvolvimento, consumo e descarte de produtos contendo nanomateriais. Neste percurso, estudos indicam existência de riscos à saúde do trabalhador envolvido nos processos de fabricação de produtos com nanoelementos, o que começou a ser alertado ainda no início dos anos 2000 (THE ROYAL SOCIETY; THE ROYAL ACADEMY OF ENGINEERING, 2004, p. xii).

Ocorre que por se tratar de escala nano, a manipulação e contato com partículas diminutas pode ocasionar lesões e riscos à saúde e segurança dos envolvidos, sobretudo o trabalhador, pois as nanopartículas acabam por adotar propriedades diversas, ou mesmo desconhecidas, daquelas em escala superior a da nano. Neste sentido é que as nanotecnologias se caracterizam mais por incertezas que por respostas certas (BUZBY, 2010).

São pouco conhecidos, ante a incerteza características às nanotecnologias, os possíveis riscos e impactos à saúde humana e ambiental (ABDI, 2010, p. 40). Testes realizados com animais têm demonstrado potencial efeito cumulativo, dano cerebral, danos à circulação sanguínea, danos ao trato respiratório e alterações na embriogênese (GRUPO ETC, 2005). Ainda, são possibilidades, devido à escala reduzida, intoxicações por nanopartículas, com consequências diversas, isoladas ou em interação com outros elementos nanos, ou mesmo com estruturas biológicas, com capacidade de ultrapassar as defesas naturais do organismo humano, gerando danos a órgãos diversos, sobretudo, celulares, com possibilidade de mutabilidade genética e desenvolvimento de câncer (FUNDACENTRO, 2018, p. 2)

Neste sentido, nas duas últimas décadas uma série de alertas vem sendo realizadas, sobretudo por organismos internacionais. Um exemplo foi o relatório da *Royal Society*, em 2004, que enfatizou, na Iniciativa Nacional de Nanotecnologia dos Estados Unidos, a necessidade de abordar incertezas sobre os riscos dos

Personalidade Acadêmica Homenageada:
Catherine V. Scott (Agnes Scott College)

nanomateriais. No ano de 2016 o Centro de Direito Ambiental Internacional (CIEL) lançou uma declaração mundial de enfoque precautório sobre o despejo de dejetos contendo nanomateriais (CIEL, 2016). Nos países e regiões em que o debate sobre a nanotecnologia teve relativo avanço, como no caso dos Estados Unidos e da União Europeia, a falta de informação organizada sobre o comércio de nanoprodutos rendeu pedidos de moratória e demanda por um sistema de registro e controle de nanomateriais a nível global e integrado (PONCE, 2013).

Recentemente a Agência Europeia para a Segurança e Saúde no trabalho – EU-OSHA lançou a campanha “*local de trabalho saudáveis: gerir as substâncias perigosas*”, com destaque a um encarte dirigido aos riscos da manipulação de nanomateriais em local de trabalho¹¹, tendo em vista ser um campo com riscos emergentes. A atividade possui duração de 02 anos (2018-2019), e pretende chamar a atenção para riscos derivados de substâncias perigosas manipuladas no local de trabalho, buscando promover cultura da prevenção. A Agência chama a atenção para riscos à saúde do trabalhador quando da manipulação e utilização dos nanomateriais¹², sendo alguns: lesões pulmonares, como reações inflamatórias agudas ou crônicas; lesões dos tecidos; fibrose e formação de tumores; lesões ao sistema cardiovascular; penetração de nanotubos de carbono na placenta e no feto, e lesões pulmonares, como inflamação, formação de granuloma e fibrose, com potencialidade cancerígena, e com efeitos similares ao amianto (EU-OSHA, 2018).

Certo é que nem todos os nanomateriais possuem potencialidades nanotoxicológicas ou lesivas à saúde. No entanto, e igualmente, é a condição de que nem todos os riscos da manipulação de materiais em escala nano são conhecidos, o que torna a incerteza condição essencial quando da manipulação de nanoelementos, e quanto às consequências e impactos destas para a saúde e segurança do trabalhador, estes podem ser atuais ou mesmo futuros e cumulativos. “Assim, o que se denota de toda argumentação acerca das nanotecnologias, ao lado das grandes

¹¹ Conferir em <https://osha.europa.eu/pt/themes/nanomaterials>.

¹² Segundo a EU-OSHA “os nanomateriais fabricados são materiais em que pelo menos 50% das partículas têm uma ou várias dimensões entre 1nm e 100 nm.” Conferir em <https://osha.europa.eu/pt/themes/nanomaterials>.

Personalidade Acadêmica Homenageada:
Catherine V. Scott (Agnes Scott College)

promessas que parecem ser acerca delas invocadas, é a questão dos riscos que podem acarretar. Riscos ao meio ambiente, riscos à saúde humana¹³ (FORNASIER, 2013, p. 55).

Embora a preocupação com a segurança e impactos à saúde e segurança do trabalhador no ambiente de trabalho, ela não é recente. Ainda no ano de 2010 a Organização Internacional do Trabalho - OIT publicou o “*Relatório Riscos Emergentes e Novos Modelos de Prevenção em um Mundo do Trabalho em Transformação*”, chamando a atenção e reconhecendo riscos provindos da inovação tecnológica, e dentre estas ganhou destaque as nanotecnologias. O relatório projetou que para o ano de 2020, no mercado mundial, cerca de 20% dos produtos fabricados passarão a utilizar, em sua maioria ou em algum compósito, nanoelementos, e que sem a regulamentação necessária, com potencialidades e riscos não totalmente conhecidos, é provável que os trabalhadores, que mantêm contato direto e prolongado com o produto, em quaisquer dos processos de fabricação, serão os primeiros a experimentar as consequências (International Labour Organization, 2010).

Apesar das potencialidades e riscos, bem como de que empresas em solo nacional já se utilizam de nanoelementos em seus processos fabris, conforme dados apresentados anteriormente, ainda não há em território nacional nenhum marco legal estabelecido para a regulamentação da produção, circulação e uso de produtos fabricados a partir de nanotecnologias, nem mesmo para a gestão de riscos no ambiente de trabalho, ou para os impactos à saúde e segurança do trabalhador.

Tramitam na Câmara dos Deputados o Projeto de Lei nº 5.133/2013¹⁴, que cria a obrigatoriedade de inserir no rótulo de todos os produtos à base de

¹³ Comentando sobre a questão dos riscos a partir da reatividade de nanoelementos para a saúde humana, Fornasier (2013, p. 63) destaca que “os nanomateriais mais comuns encontrados em produtos postos à venda no mercado mundial são compostos à base de prata, de carbono, de titânio, de silício e de zinco – mas as propriedades de tais materiais em nanoescala, conforme já previa Feynman na década de 1950, diferem em muito daquelas que apresentam quando tais substâncias se encontram em partículas maiores – bons exemplos disto se analisam nos seguintes fatos: a superfície de contato das nanopartículas em relação à sua massa é muito maior, o que as torna muito mais reativas; as propriedades ópticas, magnéticas e elétricas são muito diferentes daquelas quando estão na “forma convencional”; sua capacidade de se integrar no sistema biológico, alterar o metabolismo celular e se evadir dos mecanismos do sistema imunológico dos seres vivos também já são retratadas na ciência.”

¹⁴ Cf: <<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=567257>>. Acesso em: 12/07/2019.

Personalidade Acadêmica Homenageada:
Catherine V. Scott (Agnes Scott College)

nanotecnologias informações sobre esta formulação, e o Projeto de Lei, de nº 6.741/2013¹⁵, que cria a Política Nacional de Nanotecnologia, voltada ao incentivo à pesquisa, desenvolvimento tecnológico e controle pelo Poder Público dos riscos e impactos. Esta última proposta estabelece a responsabilidade do governo de manter e gerir um cadastro nacional para controle e acompanhamento de projetos de pesquisa, desenvolvimento e comercialização de nanoproductos. Por se tratar de Projetos de Lei, ambos se encontram em tramitação nas câmaras especializadas de estudo, na Câmara dos Deputados (ORTIGARA, 2017).

Assim, a proteção ao trabalhador ante os riscos nanotecnológicos se torna urgente e desafiadora, sobretudo pelo fato de que a aplicação de nanotecnologias em processos produtivos, por vários motivos, não é analisada a partir dos potenciais riscos aos trabalhadores, que manipulam nanoelementos (FOLADORI; INVERNIZZI, s. d.). Esta condição constitui-se em novo e inédito desafio, pois, as características próprias da manipulação da matéria em escala nano, bem como das potencialidades de lesão que fogem ao tradicional padrão de proteção ou resguardo da saúde e segurança do trabalhador, impõe a condição de complexidade pelas incertezas ante a imprevisibilidade dos riscos, que podem ser atuais e, o mais grave, se lançar para o futuro¹⁶, o que gera um ambiente de incertezas. Daí a necessidade de se pensar a proteção ao trabalhador pela aplicação do princípio da precaução.

¹⁵ Cf.: <<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=600333>>. Acesso em: 12/07/2019.

¹⁶ Em relação à complexidade inerente às nanotecnologias, Fornasier (2013, p. 37-38) destaca que “O século XX se caracterizou, no que concerne às descobertas científicas, pelo surgimento de um novo padrão: a emergência de um “complexo de conhecimentos sobrepostos, entrelaçados, cruzados e interdependentes que agora nos arremessa para o futuro”. Os limites estabelecidos entre, por exemplo, física, química, biologia e astronomia foram substituídos por campos extremamente prolíficos e profícuos de empenho e interesse comuns, virtualizando-se, também, em outros campos e subdisciplinas. Biólogos e geneticistas encontraram suas respostas na química; astrônomos passaram a depender da física e da química; a geologia revelou aos biólogos aspectos essenciais da evolução e da origem da vida. Configura-se, assim, a evolução do sistema da ciência como um todo complexo e transdisciplinar, um amplo diálogo entre seus grandes ramos (ou subsistemas, por que não?), demonstrando aos cientistas “a necessidade de acompanhar os avanços nas outras áreas das quais eles dependem e de compartilhar as informações.”

Personalidade Acadêmica Homenageada:
Catherine V. Scott (Agnes Scott College)

4 RISCOS NANOTECNOLÓGICOS E PROTEÇÃO AO TRABALHADOR A PARTIR DO PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO

O trabalhador é o primeiro agente em contato com a fabricação ou manipulação de nanoelementos, a partir de processos nanotecnológicos e sua incorporação em produtos. E como se trata de tecnologia emergente em vários setores produtivos, inclusive no Brasil, conforme dados de pesquisa apresentados anteriormente, o número de trabalhadores potencialmente envolvidos, ou que venham a se envolver futuramente, e entrar em contato com elementos nano nas cadeias produtivas é grande e significativo.

Por si só esta condição é motivo para preocupações diante dos possíveis riscos já mapeados, e quanto mais daqueles ainda não conhecidos, ou potenciais de realização futura, pertencentes, portanto, ao campo das incertezas. Apesar destas condições, não há na legislação nacional (sobretudo na CLT), normativas ou regulamentos, sistema condizente ou específico para a gestão de riscos provindos de nanomateriais no ambiente de trabalho. Neste sentido, inexistem instrumentos específicos que reconheçam parâmetros ou limites de tolerância em relação à periculosidade ou insalubridade possível para trabalhadores envolvidos em processos de fabricação com estruturas contendo nanotecnologias.

Riscos e incertezas são condições das nanotecnologias. Estas características, por sua vez, são, igualmente, marcas da condição social atual. A incerteza marca e é a essência da sociedade de risco, nomenclatura sociológica atribuída por Beck (1998) à fase atual da sociedade. Para o sociólogo, o que marca o desenvolvimento das atividades científicas e tecnológicas não é a certeza, mas o campo da incerteza, sendo esta produzida pela própria atividade industrial, e de difícil previsão, pois, lança-se para além dos limites espaciais e temporais. Ainda, os riscos, compreendidos pela incerteza, são marcados pela ubiquidade, pois estão presentes, e podem causar impactos, em praticamente todas as atividades desenvolvidas, podendo, inclusive, serem de realização futura, com características de incalculabilidade, incontabilidade e ausência de clara delimitação das consequências. Estas características exigem necessária e elevada atenção dos

Personalidade Acadêmica Homenageada:
Catherine V. Scott (Agnes Scott College)

envolvidos, com o desenvolvimento de novos parâmetros de ação, sejam estes por parte de agentes públicos ou privados, pois os riscos podem ser produzidos por agentes privados, mas atingir interesses públicos, ou seja, a coletividade.

Certo é que os efeitos na saúde e segurança dos trabalhadores dependem de certas propriedades e natureza dos materiais manipulados, e, por este motivo, nem todos os nanoelementos possuem, por si só, características nanotoxicológicas. Assim, nem toda manipulação neste campo tem a potencialidade de trazer riscos no ambiente de trabalho. No entanto, e conforme exposto em momento anterior, o aspecto da incerteza é inerente ao desenvolvimento de nanotecnologias. Diante desse quadro, bem como da inexistência de legislação, ou qualquer outra normativa, no sentido de adoção de um sistema de gestão de riscos nanotecnológicos, de iniciativa tanto pública quanto privada, há que se pensar em alguns parâmetros de ação quando da manipulação de nanoelementos visando a proteção e saúde e segurança do trabalhador no ambiente laboral. Uma das possibilidades, viável, é a adoção do princípio constitucional da precaução.

Preocupações e apontamentos neste sentido vêm crescendo em várias partes no mundo. Um exemplo recente é o da “Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho” – EU-OSHA, que lançou subsídio específico com alertas e procedimentos para “Nanomateriais fabricados no local de trabalho”¹⁷, destacando que diante das características dos riscos, e da condição de incertezas, “a exposição aos nanomateriais deve ser controlada e mantida muito abaixo dos valores limite de exposição para o material de dimensões em escala superior à escala manométrica” (EU-OSHA, 2018). E que nestes casos a precaução deve guiar as atividades¹⁸ (EU-OSHA, 2018). Portanto, a campanha da Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho deixa claro que o combate a potenciais riscos à saúde e segurança do

¹⁷ Subsídio disponível em: UNIÃO EUROPEIA. Agência Europeia para a Segurança e Saúde no trabalho. Nanomateriais fabricados no local de trabalho. Disponível em: <https://osha.europa.eu/sites/default/files/publications/documents>. Acesso em: 18/10/2019.

¹⁸ Segundo a EU-OSHA (2018), Embora tenham sido mostrados alguns mecanismos, urge ainda compreender melhor o momento e por que motivo os nanomateriais têm impacto na saúde. Entretanto, há que considerar a evidência de que, pelo menos, alguns nanomateriais são mais tóxicos do que as partículas de tamanho maior do mesmo material, e tomar medidas de precaução.”

Personalidade Acadêmica Homenageada:
Catherine V. Scott (Agnes Scott College)

trabalhador, ante as incertezas das nanotecnologias, está na adoção do princípio da precaução¹⁹.

Preocupações acerca dos impactos na saúde e segurança dos trabalhadores na adoção de nanotecnologias no ambiente de trabalho vêm ganhando prevalência e relevância também no Brasil. Um exemplo é a Nota Técnica nº 1/2018, emitida pela Fundacentro²⁰, que afirma pela necessidade da adoção do princípio da precaução quando da avaliação e controle e possíveis impactos à saúde e segurança dos trabalhadores, pois, “na falta de informações, uma substância ou situação deve ser considerada perigosa até que sejam obtidas evidências concretas que afastem esta suposição inicial.” (FUNDACENTRO, 2018, p. 5).

Portanto, é crescente a preocupação em várias partes do mundo acerca dos riscos nanotecnológicos e incertezas em relação aos impactos à saúde e segurança do trabalhador no ambiente de trabalho²¹. Diante deste cenário, bem como da

¹⁹ Assim, e segundo a normativa, “será necessário aplicar o princípio da precaução no sentido de manter a exposição a um nível em que é previsível que o risco esteja sob controle, mesmo que a perigosidade do nanomaterial seja maior do que a atualmente conhecida.”

²⁰ A Fundacentro - Fundação Jorge Duprat Figueiredo, de Segurança e Medicina do Trabalho tem por finalidade a realização de estudos e pesquisas pertinentes aos problemas de segurança, higiene, meio ambiente e medicina do trabalho, desenvolvendo várias atividades para tal. Estava vinculada ao Ministério do Trabalho e Emprego. A íntegra da Nota Técnica está disponível em: <http://www.fundacentro.gov.br/arquivos/projetos/Nota%20tecnica%20%2001-2018%20Corrigida%20e%20Revisada.pdf>. Acesso em: 18/10/2019.

²¹ Segundo Relatório da ABDI (2010, p. 24), “O conjunto dos resultados de evolução histórica, em alguma medida nos dá um pouco a ideia do percurso e do próprio desenvolvimento da Nanotecnologia. Como grande parte dos produtos começou a ser comercializada a partir de 2004 e, com o aumento mesmo que localizado em alguns países da percepção pública da nanotecnologia e da ação das entidades ligadas a consumidores e ONGs, as pressões sobre a questão da segurança passaram a ser mais sentidas levando, assim, a um aumento dos estudos relacionados com a segurança. Se analisarmos os dados, em mais detalhe, verificamos que, primeiramente, as preocupações foram com a toxicidade, depois, com a segurança e, no mais alto estágio desta escala, com a avaliação de risco. (...). A questão passa também pela compreensão da dimensão do problema. Trata-se, na verdade, de um problema emergente, global, crucial, com implicações sobre diversos setores industriais envolvidos, e com uma “pouco clara” estrutura de padrões, experiência e inspeção. Adicione-se a isso uma legislação genérica, como sublinhou Georgios Katalagianakis, do Industrial Technologies Directorate, da Comissão Europeia, em palestra no NanoSafe 2008, realizado em Grenoble, França. Nessa linha, o representante da Comunidade Europeia aponta aspectos sumamente importantes, ligados aos gaps de conhecimento e organizacionais. Dentre os primeiros, destaca: nível de conhecimento (background), métodos de medição, metrificação, impacto biológico, dados de exposição, dados de avaliação de riscos. Com relação aos segundos, menciona: faltam de uma estratégia global, não obstante às boas intenções; muitas fontes de financiamento, necessidades de coordenação; muitos projetos de pesquisa, plethora de resultados; dados não publicados ou patenteados; comparação de dados e verificação; foco em toxicidade e ecotoxicidade não voltada, adequadamente, para a segurança de processos e, finalmente, necessidade de legislação específica e padronização. Além de detectar estes “gargalos”,

Personalidade Acadêmica Homenageada:
Catherine V. Scott (Agnes Scott College)

ausência de legislação específica, a adoção do princípio da precaução pode ser adequada como garantidora, pois determinada atividade somente deve ser realizada apenas quando não há possibilidade de lesões, e no caso de haver incertezas, deve ser evitada ante a precaução com a garantia e manutenção do ambiente laboral para a garantia da saúde e segurança do trabalhador.

Conforme afirmado, no campo jurídico nacional não há legislação específica em relação à regulação de nanotecnologias, da gestão de riscos, e demais aspectos. Apesar disso, no aspecto da proteção ao trabalhador no ambiente laboral pode ser adotada a precaução, que é traduzida como princípio, de cunho constitucional, originária e extraída das diretivas do direito ambiental (art. 225 da CRFB), mas que pode ser aplicado ao ambiente de trabalho, pois essencial para a busca da efetivação de um meio ambiente laboral adequado e equilibrado enquanto direito social (art. 6º da CRFB), como garantia para a sadia qualidade de vida, especialmente enquanto assecuratório da saúde e segurança (art. 200, inc. VIII) do trabalhador.

Inclusive a atividade laboral, por estar dentro da ordem econômica (art. 170 da CF), deve ser desenvolvida a partir, e zelar, pela valorização do trabalho humano, como forma e reflexo da garantia de existência digna no ambiente de trabalho, seja qual for e em quais condições se desenvolvem a atividade laboral. Mais aplicável quando do desenvolvimento em áreas tecnológicas, científicas e de inovação, como no caso das nanotecnologias, cujos envolvidos devem criar e desenvolver meios e condições especiais de trabalho (art. 218, § 3º), o que contribui para o desenvolvimento de um ambiente equilibrado, bem como para a garantia à existência digna, o que passa pela precaução em relação a possíveis riscos e impactos incertos à saúde e segurança do trabalhador.

Portanto, para a garantia e o desenvolvimento de ambiente de trabalho adequado e equilibrado a aplicação do princípio da precaução se demonstra como fundamental e cada vez mais relevante ante as incertezas e riscos em relação à

Katalagarianakis aponta para as prioridades futuras, as quais também nos colocam enormes desafios. As prioridades sublinhadas passam pelas áreas técnicas de avaliação de riscos: detecção, medidas e caracterização; controle de exposição; processos seguros de produção e uso; manipulação segura e transporte, e, por fim, os equipamentos de segurança.”

Personalidade Acadêmica Homenageada:
Catherine V. Scott (Agnes Scott College)

nanoelementos e seus reflexos nanotoxicológicos na saúde e segurança do trabalhador. O pressuposto e guia fundamental, dessa forma, passa a ser o de que quando de incertezas em relação a adoção de processos e procedimentos no ambiente de trabalho que possam colocar em risco a saúde e segurança do trabalhador (seja pelos riscos conhecidos, não totalmente conhecidos, de ausência de estudos conclusivos, de probabilidade de riscos futuros, dentre outros), este deve ser evitado ou mesmo não utilizado até que sejam desenvolvidos meios ou instrumentos adequados a gerar certeza para evitar riscos à saúde e segurança do trabalhador²².

Assim, a aplicação do princípio da precaução como regente na gestão dos riscos no ambiente de trabalho se demonstra adequado, sobretudo, diante de incertezas possíveis de realização futura e que possam afetar a saúde do trabalhador²³. Neste sentido, e Segundo Canotilho e Leite (2008, p. 6-9), o princípio da precaução é considerado o “princípio fundante e primário da proteção dos interesses das futuras gerações”, e responsável por promover “medidas preventivas e justifica a aplicação de outros princípios, como o da responsabilização e da utilização das melhores tecnologias disponíveis”. Portanto, como as nanotecnologias são elementos tecnológicos, a adoção do princípio da precaução no ambiente de trabalho como base para a gestão de riscos, e aliado ao princípio da informação, pode contribuir para evitar a adoção de procedimentos que tragam em si riscos ou incertezas que possam ser evitáveis e evitadas (MENEGAZZI, 2011, p. 120).

A aplicação do princípio da precaução não obsta o desenvolvimento científico e a inovação tecnológica, mas pressupõe que quando da adoção de quaisquer

²² Segundo a EU- OSHA (2018), esta condição é um grande desafio a ser efetivado, pois “a realização da avaliação dos riscos dos nanomateriais no local de trabalho depara-se com dificuldades relacionadas com: 1) informação insuficiente sobre as propriedades perigosas dos nanomateriais; 2) limitações nos métodos e dispositivos que podem ser utilizados para medir os níveis de exposição e identificar os nanomateriais e as fontes de emissões.”

²³ Neste sentido, e segundo a Nota Técnica n.º 1/2018 da Fundacentro: “No contexto desta nota técnica, aconselha-se o uso da forma ativa do princípio da precaução que envolve os seguintes fundamentos: Devem ser tomadas ações de precaução antes mesmo da certeza científica sobre causas e efeitos; Devem ser definidas metas; Devem ser pesquisadas e avaliadas alternativas; Os encargos da prova sobre a segurança e as responsabilidades financeiras devem recair sobre os proponentes da nova tecnologia; Deve ser estabelecido o dever de monitorar, compreender, investigar, informar e agir; Deve ser fomentado o desenvolvimento de métodos e critérios de tomada de decisão mais democráticos (i.e. participação).”

Personalidade Acadêmica Homenageada:
Catherine V. Scott (Agnes Scott College)

técnicas e elementos nesta seara, seja para quaisquer atividades, deve ser ponderado e prezado pelo afastamento de possibilidades de lesões aos envolvidos, como gestão adequada aos riscos possíveis ou prováveis. Este fator se torna ainda mais relevante na sociedade contemporânea, e seu modo de produção adotado, pautado na continuidade da evolução tecnológica como fator de inovação. É neste contexto que a adoção do princípio da precaução na gestão de riscos no ambiente de trabalho, dada a falta de legislação e padrões específicos ou conhecidos, se destaca como mecanismo hábil à proteção do trabalhador, extensível, ainda, à toda a sociedade e ao meio ambiente. (MILARÉ; SETZER, 2006, p. 8).

No sentido do acima exposto, a adoção do princípio da precaução, quando dos riscos e incertezas da atividade, reafirma o princípio da proteção ao trabalhador, considerado princípio *mater* do direito trabalhista (DELGADO, 2010, p. 73), o qual assegura uma proteção jurídica mínima (SUSSEKIND, 2002, p. 146), especialmente quando de situações de riscos e incertezas, e sua observância contribui para a afirmação da dignidade do trabalhador no ambiente de trabalho.

Portanto, adotar o princípio da precaução significa o mesmo que adotar proteção mais ampla ao trabalhador quando das incertezas nanotecnológicas, pois tende a ser incorporadas ações e gestão de riscos a partir de medidas que não gerem danos à saúde e segurança do trabalhador quando dos riscos da adoção ou não de técnicas sobre as quais pairam certas incertezas científicas ou tecnológicas. E a partir da novidade que as nanotecnologias representam, a gestão de riscos, pautada no princípio da precaução, deve adotar aspectos preventivos em relação aos momentos de contato ou exposição do trabalhador a nanoelementos. Engelmann e Flores (2010), neste sentido, chegam a afirmar que “o princípio basilar na sociedade nanotecnológica consiste na precaução. Havendo a incerteza científica acerca das consequências de determinada atividade ou tecnologia, a cautela deverá ser a diretriz de conduta”.

Portanto, e como inexistem, ou mesmo não estando estabelecidos marcos legais para o desenvolvimento de nanotecnologias no ambiente de trabalho, e de seus impactos à saúde e segurança do trabalhador, o princípio da precaução pode ser adotado como aspecto fundamental para a proteção jurídica e laboral do trabalhador ante os riscos e incertezas.

Personalidade Acadêmica Homenageada:
Catherine V. Scott (Agnes Scott College)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As nanoecnologias inauguraram nova realidade inovativa, pois capazes de serem aplicadas em variados campos da atividade humana. Igualmente os impactos desta nova tecnologia são amplos, pois descobertas e aplicações aparecem rotineiramente. Apesar disso, nos últimos tempos foram levantados alguns alertas de que determinadas substâncias nanotecnológicas podem causar lesões à saúde e segurança de humanos devido a nanotoxicologia.

Diante de tais condições, a presente pesquisa teve por intuito e delimitação a verificação de possíveis parâmetros de proteção à saúde e segurança do trabalhador exposto a riscos no ambiente de trabalho. Verificou-se que a gestão de riscos quanto à aplicação de nanotecnologias é aspecto desafiador, pois não existe enquanto condição específica em relação às nanotecnologias, sobretudo no campo legislativo, embora a aplicação e manipulação de nanoelementos no ambiente de trabalho já seja realidade.

Partiu-se da hipótese de que mesmo ante a ausência de normativas específicas para a gestão de riscos, é possível evitar lesões à saúde e segurança do trabalhador no ambiente laboral ante os riscos e incertezas acerca da manipulação de nanoelementos através da aplicação do princípio da precaução, a ser observado tanto por agentes privados quanto por entes públicos. Ao término da presente pesquisa, a hipótese foi confirmada, e, inclusive, a precaução vem sendo apontada como aspecto efetivo na gestão de riscos envolvendo nanoelementos no ambiente de trabalho em algumas diretivas, como é o caso da Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho – EU-OSHA, no âmbito da União Europeia, e da Nota Técnica nº 1/2018, emitida pela Fundacentro, no Brasil.

Portanto, conclui-se que mesmo diante da ausência de normativas específicas, ou de previsão legal clara no âmbito do direito trabalhista, o princípio constitucional da precaução pode ser adotado como fundamento para a gestão de riscos no ambiente de trabalho, diante das incertezas e riscos não conhecidos da aplicação de nanoelementos nos processos produtivos, o que evitaria possíveis lesões, derivadas de adoção de procedimentos dos quais se desconhecem os riscos,

Personalidade Acadêmica Homenageada:
Catherine V. Scott (Agnes Scott College)

ou sobre os quais pairam incertezas acerca dos impactos na saúde e segurança do trabalhador no ambiente de trabalho.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI). **Cartilha sobre nanotecnologia**. Disponível em <<http://www.abdi.com.br/Estudo/Cartilha%20nanotecnologia.pdf>>. Acesso em: 10/06/2019.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI). **Nano, um mercado de macrooportunidades**. Disponível em <<https://www.abdi.com.br/postagem/nano-um-mercado-de-macrooportunidades>>. Acesso em: 15/08/2019.

ALVES, Oswaldo. Nanotecnologia, nanociência e nanomateriais: quando a distância entre presente e futuro não é apenas questão de tempo. **Revista Parcerias Estratégicas**, Brasília, n. 18, p. 23-40, 2004.

BECK, Ulrich. *La Sociedad del Riesgo: hacia una nueva modernidad*. Barcelona: Paidós, 1998.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constitui%C3%A7ao.htm>. Acesso em 15.08.2019.

BRASIL. **Consolidação das Leis do Trabalho – CLT**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del5452.htm. Acesso em:

BUZBY, Jean C. *Nanotechnology for food applications: more questions than answers*. **The Journal of Consumer Affairs**, Nova York, 44(3):528-545, 2010.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Projeto de Lei nº 5.133/2013**: Regulamenta a rotulagem de produtos da nanotecnologia e de produtos que fazem uso da nanotecnologia. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=567257>>. Acesso em: 12/07/2015.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Projeto de Lei, de nº 6.741/2013**: Dispõe sobre a Política Nacional de Nanotecnologia, a pesquisa, a produção, o destino de rejeitos e o uso da nanotecnologia no país, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=600333>>. Acesso em: 12/07/2015.

CANOTILHO, José Joaquim Gomes; LEITE, José Rubens Morato. **Direito constitucional ambiental brasileiro**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2008.

Personalidade Acadêmica Homenageada:
Catherine V. Scott (Agnes Scott College)

CIEL, 2016. **Declaration: Precautionary Approach Critical on Waste Containing Nanomaterials**. Disponível em: <<http://www.ciel.org/news/declaration-precautionary-approach-critical-on-waste-containing-nanomaterials>>. Acesso em: 18.jun.2016.

DELGADO, Maurício Godinho. **Princípio de direito individual e coletivo do trabalho**. 3. ed. São Paulo: LTr, 2010.

DREXLER, E. Os nanossistemas: possibilidades e limites para o planeta e para a sociedade. In: NEUTZLING, I.; ANDRADE, P. F. C. (org). **Uma Sociedade pós-humana: possibilidades e limites das nanotecnologias**. São Leopoldo: UNISINOS, 2009.

ENGELMANN, W.; FLORES, A. S.; WEYERMÜLLER, A. R. **Nanotecnologias, Marcos Regulatórios, Direito Ambiental**. Curitiba: Honoris Causa, 2010.

ENGELMANN, W.; HOHENDORFF, R. V. De Eric Drexler a Erik Jayme - as respostas que o direito (ainda Não) tem para a questão das nanotecnologias. In: ROVER, A. J.; SIMÃO FILHO, A.; PINHEIRO, R. F (Orgs.). **Direito e Novas Tecnologias**. Florianópolis, FUNJAB, 2013.

FEYNMAN, Richard P. Há mais espaço lá embaixo. In: **Revista Parcerias Estratégicas**. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, n. 18, ago. 2004, p. 137-156.

FOLADORI, Guillermo; INVERNIZZI, Noela. **Os trabalhadores da alimentação e da agricultura questionam as nanotecnologias**. S.d. Disponível em: <http://www6.rel-uita.org/nanotecnologia/trabajadores_cuestionan_nano-full-por.htm>. Acesso em: 17.out.2019.

FORNASIER, Mateus de Oliveira. **Diálogo ultracíclico transordinal: possível metodologia para a regulação do risco nanotecnológico para o ser humano e o meio ambiente**. Tese (Doutorado em Direito). São Leopoldo: Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Programa de Pós-Graduação em Direito), 2013.

FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEIREDO, DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO – FUNDACENTRO. **Nota Técnica n.º 1/2018**. Disponível em: <http://www.fundacentro.gov.br/arquivos/projetos/Nota%20tecnica%20%2001-2018%20Corrigida%20e%20Revisada.pdf>. Acesso em:18/10/2019.

GRUPO ETC. **Nanotecnologia: os riscos da tecnologia do futuro: saiba sobre produtos invisíveis que já estão no nosso dia-a-dia e o seu impacto na alimentação e na agricultura**. Tradução de José F. Pedrozo e Flávio Borghetti. Porto Alegre: L&PM, 2005.

Personalidade Acadêmica Homenageada:
Catherine V. Scott (Agnes Scott College)

HASSON, Roland; LAVALLE, Ana Cristina Ravaglio. Acidentes de trabalho: impactos no desenvolvimento econômico e social. **Revista Jurídica - UNICURITIBA**, v. 21, n. 5, p. 163-182, jun. 2008. ISSN 2316-753X.

HANSEN, S. F.; MAYNARD, A.; BAUN, A.; TICKNER, J. A.; BOWMAN, D. M. *Nanotechnology — early lessons from early warnings. In: Late lessons from early warnings: science, precaution, innovation. EEA Report*, Nº. 1/2013. *European Protection Agency*, 2013. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.645.2197&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em 25.ago.2016.

LIMA, Sérgio Fernando Ferreira de. Nanotecnologia, sociedade de risco e direito penal. **Revista Jurídica - UNICURITIBA**, v. 24, n. 8, p. 153-171, jun. 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica – PINTEC 2014. Rio de Janeiro: 2016. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv99007.pdf>. Acesso em: 15.09.2019.

International Labour Organization (ILT). **Riesgos emergentes y nuevos modelos de prevención en un mundo de trabajo en ransformación.** 2010. Disponível em: <http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_124341.pdf>. Acesso em: 18 out. 2019.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO. ISO/29 TC 229. Disponível em: <http://www.iso.org/iso/standards_development/technical_committees/list_of_iso_technical_committees/iso_technical_committee.htm?commid=381983>. Acesso em: 20.ago.2016.

MELO, Celso Pinto; PIMENTA, Marcos. Nanociência e Nanotecnologia. **Revista Parcerias Estratégicas, Brasília, n. 18, p. 9-21, 2004.**

MENEGAZZI, Piero Rosa. **A efetivação do direito à informação no meio ambiente do trabalho:** contribuições do pensamento sistêmico da teoria da complexidade e do estudo dos riscos. São Paulo: LTr, 2011.

MILARÉ, Édis. SETZER, Joana. **Aplicação do princípio da precaução em áreas de incerteza científica:** exposição a campos eletromagnéticos gerados por estações de radiobase. *Revista De Direito Ambiental*. Vol. 41, São Paulo: Ed. RT, 2006.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES. Nanotecnologia Aplicada ao Agronegócio. Brasília: 2018. Disponível em: <<http://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/backend/galeria/arquivos/2018/04/16/NanotecnologiaNoAgronegocio.PDF>> Acesso em: 15.08.2019.

Personalidade Acadêmica Homenageada:
Catherine V. Scott (Agnes Scott College)

ORTIGARA, Rudinei José. **Nanotecnologias e Consumidor: a efetivação da proteção ao consumidor ante o risco dos produtos nanotecnológicos.** Dissertação (Mestrado). Pontifícia Universidade Católica do Paraná: Curitiba, 2017.

PONCE, A. **The European and Member State's Approaches to Regulating Nanomaterials: Two Levels of Governance.** *Nanoethics* 7 (3), 2013.

SHULTE, Paul A.; SALAMANCA-BUENTELLO, Fabio. *Ethical and scientific issues of nanotechnology in the workplace.* **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 5, Sep./Oct. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csc/v12n5/24.pdf>>. Acesso em: 26.set.2016.

STATSNANO. **Establish a State policy to position Brazil as a global reference in science and technology in the development and manufacture of innovative high added value in Nanotechnology.** Disponível em: <https://statnano.com/country/brazil>. Acesso em: 18/10/2019.

SUSSEKIND, Arnaldo et al. **Instituições de direito do trabalho.** 20. ed. São Paulo: LTr, 2002. v. 1.

THE ROYAL SOCIETY. THE ROYAL ACADEMY OF ENGINEERING. **Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties.** Londres, 2004. Disponível em: https://royalsociety.org/~media/royal_society_content/policy/publications/2004/9693.pdf. Acesso em 29.mar.2016.

UNIÃO EUROPEIA. **Agência Europeia para a Segurança e Saúde no trabalho – EU-OSHA.** Nanomateriais fabricados no local de trabalho. Disponível em: <https://osha.europa.eu/sites/default/files/publications/documents>. Acesso em: 18/10/2019.

PEREIRA, Reginaldo; EIDT, Dilnei. Risco no meio ambiente laboral como um dos critérios definidores de microempresas e empresas de pequeno porte para fins do tratamento diferenciado: uma proposta a partir dos relatórios de análise de acidentes de trabalho da gerência regional do trabalho de chapecó – santa catarina. **Revista Jurídica - UNICURITIBA**, v. 2, n. 51, p. 264 - 293, abr. 2018.