



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS I - CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS JURÍDICAS  
CURSO DE BACHARELADO EM DIREITO**

**EVELYN DE ALMEIDA AZEVEDO**

**A RESPONSABILIDADE CIVIL DO EMPREGADOR FRENTE À  
NANOTECNOLOGIA: UMA ANÁLISE BASEADA NO PRINCÍPIO DA  
PRECAUÇÃO E NO DIREITO DO TRABALHO**

**CAMPINA GRANDE - PARAÍBA**

**2022**

EVELYN DE ALMEIDA AZEVEDO

**A RESPONSABILIDADE CIVIL DO EMPREGADOR FRENTE À  
NANOTECNOLOGIA: UMA ANÁLISE BASEADA NO PRINCÍPIO DA  
PRECAUÇÃO E NO DIREITO DO TRABALHO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências Jurídicas da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Direito.

**Área de Concentração:** Direito Ambiental e cidadania; avaliação crítica e efetividade.

**Orientadora:** Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Flávia de Paiva Medeiros de Oliveira.

**CAMPINA GRANDE - PARAÍBA**

**2022**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

A994r Azevedo, Evelyn de Almeida.

A responsabilidade civil do empregador frente à nanotecnologia [manuscrito] : uma análise baseada no princípio da precaução e no direito do trabalho / Evelyn de Almeida Azevedo. - 2022.

38 p.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Direito) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Jurídicas , 2022.

"Orientação : Profa. Dra. Flávia de Paiva Medeiros de Oliveira , Coordenação do Curso de Direito - CCJ."

1. Nanotecnologia . 2. Responsabilidade civil. 3. Princípio da precaução . I. Título

21. ed. CDD 344.01

EVELYN DE ALMEIDA AZEVEDO

A RESPONSABILIDADE CIVIL DO EMPREGADOR FRENTE À  
NANOTECNOLOGIA: UMA ANÁLISE BASEADA NO PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO  
E NO DIREITO DO TRABALHO

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Centro de Ciências  
Jurídicas da Universidade Estadual da  
Paraíba, como requisito parcial à  
obtenção do título de Bacharel em Direito.

**Área de Concentração:** Direito Ambiental  
e cidadania; avaliação crítica e  
efetividade.

Aprovado em: 25/11/2022

**BANCA EXAMINADORA**

*Flávia de Paiva*

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Flávia de Paiva Medeiros de Oliveira (Orientadora)

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Lucira Freire Monteiro  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



---

Prof. Me. Esley Porto  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Aos meus pais, pelo apoio e  
companheirismo, DEDICO.

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar, sou grata a Deus pelo ensejo de cursar direito e por me proporcionar força e sabedoria para vencer as adversidades da vida. Aos meus pais, Célia e Weverton, que sempre me deram a oportunidade de estudar e ir em busca dos meus sonhos. Ao meu irmão, Weverson, por todo apoio e auxílio, sempre que precisei. A minha irmã, Cynthia, e ao meu cunhado Matt Johnson, por todo cuidado e oração destinados a mim. Em suma, vocês tornaram essa graduação mais leve.

Ainda, aos professores do Centro de Ciências Jurídicas desta universidade e aos demais profissionais, fontes de inspirações. Como também, aos colegas que convivi ao longo dos anos de curso, que torcem por mim e foram apoio durante essa caminhada.

*“A justiça sustenta numa das mãos a balança que pesa o direito, e na outra, a espada de que se serve para o defender. A espada sem a balança é a força brutal; a balança sem a espada é a impotência do direito.” (Rudolph von Jhering)*

## RESUMO

Em virtude do desenvolvimento tecnológico, a nanotecnologia ganhou destaque no cenário mundial a partir da manipulação de átomos, no intuito de formar novos materiais nanoestruturados, de forma que contribui no desenvolvimento de vacinas e medicamentos, além de estar presente na produção de cosméticos, itens esportivos e etc. No entanto, diante dos riscos futuros e desconhecidos inerentes às novas tecnologias, bem como, por não haver leis específicas que regulamentam o uso da nanotecnologia, se torna necessário o estudo deste tema. Nessa linha, o presente trabalho possui como objetivo analisar o consenso doutrinário e jurídico sobre os impactos da nanotecnologia no direito ambiental e no direito do trabalho, bem como a aplicabilidade da responsabilidade civil do empregador em face aos trabalhadores que manuseiam produtos com nanopartículas. É uma pesquisa bibliográfica, com caráter exploratório e descritivo, que utiliza o método dedutivo. Dessa forma, o objeto de estudo foi a nanotecnologia, os riscos à exposição aos nanomateriais, o princípio da precaução e prevenção, o adicional de insalubridade e periculosidade e a recente análise do Supremo Tribunal Federal (STF), que fixou a tese de repercussão geral (tema 932) acerca da responsabilidade civil objetiva do empregador. Conclui-se que deve haver uma especificidade na legislação brasileira acerca da nanotecnologia, mas até então, não deve ser justificável o desamparo ao trabalhador, de modo que o direito deve buscar formas de evitar ônus indesejáveis, a fim de garantir o Estado Democrático de Direito.

**Palavras-chave:** Nanotecnologia. Responsabilidade civil. Princípio da Precaução.

## **ABSTRACT**

Due to technological development, nanotechnology has gained prominence on the world stage from the manipulation of atoms, in order to form new nanostructured materials, in a way that contributes to the development of vaccines and medicines, in addition to being present in the production of cosmetics, sports items, and etc. However, given the future and unknown risks inherent to new technologies, as well as the lack of specific laws that regulate the use of nanotechnology, it is necessary to study this topic. In this line, the present work aims to analyze the doctrinal and legal consensus on the impacts of nanotechnology on environmental law and labor law, as well as the applicability of the employer's civil liability in the face of workers who handle products with nanoparticles. It is a bibliographical research, with an exploratory and descriptive character, which uses the deductive method. In this way, the object of study was nanotechnology, the risks of exposure to nanomaterials, the precautionary and prevention principle, the unhealthy and dangerous surcharge and the recent analysis of the Federal Supreme Court (STF), which established the thesis of general repercussion (topic 932) about the objective civil liability of the employer. It is concluded that there must be a specificity in Brazilian legislation about nanotechnology, but until then, the helplessness to the worker should not be justified, so that the law must seek ways to avoid undesirable burdens, in order to guarantee the Democratic State of Law.

**Keywords:** Nanotechnology. Civil Responsibility. Precautionary Principle.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ART	Artigo
CC	Código Civil
CRFB/88	Constituição da República Federativa do Brasil de 1988
CLT	Consolidação das Leis do Trabalho
CNI	Confederação Nacional da Indústria
CNJ	Comissão de Constituição e Justiça
CNTs	Nanotubos de Carbono
NR-15	Norma Regulamentadora nº15
NIOSH	Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional
PL	Projeto de Lei
STF	Supremo Tribunal Federal
TiO <sub>2</sub>	Dióxido de Titânio
TRT	Tribunal Regional do Trabalho
TST	Tribunal Superior do Trabalho
UITA	União Internacional de Trabalhadores da Alimentação, Agrícolas, Hotéis, Restaurantes, Tabaco e Afins

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	CONCEITO E EVOLUÇÃO DA NANOTECNOLOGIA.....	12
2.1	O incentivo à nanotecnologia no âmbito jurídico brasileiro.....	13
3	NANOTECNOLOGIA E O DIREITO AMBIENTAL.....	15
3.1	O princípio da precaução e prevenção no direito ambiental.....	16
4	A NANOTECNOLOGIA NO DIREITO DO TRABALHO E OS RISCOS GERADOS COM A EXPOSIÇÃO ÀS NANOPARTÍCULAS.....	17
4.1	Adicional de insalubridade.....	21
4.2	Adicional de periculosidade.....	23
4.3	Possibilidade de substâncias nanotecnológicas configurarem o adicional de insalubridade e periculosidade.....	24
5	RESPONSABILIDADE CIVIL NA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA.....	27
5.1	Responsabilidade civil do empregador.....	28
6	METODOLOGIA.....	32
7	CONCLUSÃO.....	33
	REFERÊNCIAS.....	35

## 1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho de conclusão de curso, possui como objetivo geral analisar o consenso doutrinário e jurídico sobre os impactos da nanotecnologia no direito ambiental e no direito do trabalho, bem como a aplicabilidade da responsabilidade civil do empregador em face aos trabalhadores que manuseiam produtos com nanopartículas.

A nanotecnologia conceitua-se como uma ciência que se dedica ao estudo da manipulação da matéria em uma escala atômica e molecular, ou seja, um conjunto de partículas que irão operar em uma escala extremamente pequena, que nem sempre são controláveis ou perceptíveis. Dessa forma, a fim de resguardar o meio ambiente deste produto, no direito ambiental aplica-se o princípio da precaução, nas situações em que envolver a nanotecnologia, por se tratar de um dano incerto.

Cita-se que não há previsão da exposição dos trabalhadores aos nanomateriais na legislação brasileira. Diante dessa situação, questiona-se: o trabalho em exposição às substâncias nanotecnológicas, poderia ser considerado condição insalubre ou perigosa?

A fim de responder a esse questionamento, levanta-se a seguinte hipótese: na ausência de legislação específica, e na inércia da regulação quanto à exposição do empregado às nanotecnologias, os trabalhadores ficam vulneráveis ao acaso do desconhecido sem sequer receber adicional de insalubridade/periculosidade por sua exposição. No entanto, é possível que os magistrados concedam, por analogia, baseado em normas existentes aos casos concretos, se os riscos comprovarem-se.

Assim, também seria possível a aplicação da responsabilidade civil objetiva do empregador nas situações em que os danos ocorreram por acidente de trabalho, nas circunstâncias especificadas em lei, bem como nas atividades que impliquem ao trabalhador exposição habitual a risco especial, com potencialidade lesiva, caso os riscos sejam previsíveis.

A escolha do tema, como objeto de estudo, surgiu mediante o interesse pela temática, bem como a necessidade de haver um levantamento de informações acerca da realidade jurídica brasileira, no tocante à nanotecnologia e suas implicações na vida do trabalhador.

Dessa forma, o público-alvo do presente trabalho são os trabalhadores, os empregadores, os operadores de Direito e todos os cidadãos que se interessam pelo

tema, bem como os órgãos governamentais, para que possam realizar mais estudos e dados estatísticos sobre os potenciais impactos causados pela exposição aos nanomateriais.

Destaca-se que não há muitos estudos realizados acerca da nanotecnologia, e o tema se difere por restringir o campo de estudo à responsabilidade civil do empregador frente aos produtos que possuem nanopartículas em sua composição. A grande relevância científica e social do estudo, portanto, está em demonstrar os prós e contras do uso da nanotecnologia na sociedade contemporânea, com o escopo de criar um maior consenso doutrinário e jurisprudencial.

O desenvolvimento do tema proposto realizar-se-á em três partes. A primeira seção ficará responsável a esclarecer o que é a nanotecnologia, a sua evolução histórica e os impactos, positivos e negativos, causados ao meio ambiente e como o direito ambiental firma entendimento a respeito da temática. A segunda parte dedicar-se-á ao estudo da nanotecnologia no direito do trabalho, os aspectos gerais e específicos, no tocante à insalubridade e periculosidade. Por fim, a terceira seção apresentará a possibilidade de responsabilidade civil do empregador frente aos trabalhadores que manuseiam materiais com nanopartículas.

## 2 CONCEITO E EVOLUÇÃO DA NANOTECNOLOGIA

A nanotecnologia é a capacidade de manipular átomos, que objetiva criar novos materiais nanoestruturados, e desenvolver, por conseguinte, novos produtos melhorados. Esta tecnologia compreende a produção em sistema físico, químico e biológico, em escalas de um átomo a uma molécula com cerca de 100 (cem) nanômetros<sup>1</sup>.

Entre as muitas inovações convergentes, a nanociência e a nanotecnologia surgiram como alternativa para estudar os fenômenos e manipular materiais nas escalas atômica, molecular e macromolecular (Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial - ABDI, 2010, p. 21). Infere-se, dessa forma, que a nanotecnologia opera em um campo científico e tecnológico, voltados à compreensão, controle e utilização da matéria em uma escala pequena.

A teoria atomística, formulada em 1803 pelo químico e físico inglês, John Dalton, aborda que os componentes químicos, sempre que combinados em proporções adequadas, podem ser explicados pelo agrupamento de átomos que formam maiores unidades, denominadas moléculas. Dessa forma, a partir de 1905, por meio dos estudos realizados pelo físico alemão, Albert Einstein, que explica o movimento *browniano*<sup>2</sup>, a teoria supracitada ganhou mais créditos. (DURÁN; MATTOSO; MORAIS, 2006, p. 15).

A partir do interesse da ciência, para explorar os elementos que formam a matéria, surgiu a necessidade de compreender e controlar o seu comportamento macroscópico. Frisa-se que a manipulação das moléculas em escala nanométrica recebeu maior notoriedade devido à palestra realizada pelo cientista norte-americano, Richard Feynman, na *American Physical Society*, em 1959.

Durante a apresentação, Feynman abordou que não há motivos físicos que possivelmente impediriam que fossem fabricados dispositivos mediante a manipulação de átomos individuais, de modo que não só era possível, bem como inevitavelmente iria corroborar na fabricação de dispositivos úteis em diversas áreas do conhecimento. (LIMA, 2009, p. 124).

---

<sup>1</sup> Um nanômetro é uma unidade de medida e equivale a um bilionésimo de metro. Serve para medir objetos extremamente pequenos, como estruturas atômicas.

<sup>2</sup> O movimento *Browniano* é o nome dado ao movimento aleatório de partículas num líquido ou gás como consequência dos choques das moléculas do meio nas partículas

Ressalta-se que avanços cruciais em nanotecnologia não foram analisados até o início dos anos oitenta, em virtude da falta de instrumentos que viabilizasse a nanomanipulação, como o microscópio de força atômica, por exemplo. Nessa década, a definição de nanotecnologia foi difundida por Eric Drexler, através do livro "*Engines of Creation*" (Motores da Criação). Dessa forma, a nanotecnologia conceitua-se como um aglomerado de atividades ou mecanismos que operam em uma escala extremamente pequena, nem sempre controláveis ou perceptíveis, todavia, possuem implicações no mundo real. (DREXLER, 1980, p. 381).

Uma vez que as propriedades dimensionais podem ser controladas, as propriedades do material também podem ser melhoradas, aprimorando, assim, a funcionalidade do dispositivo. A possível redução controlada do tamanho da estrutura, até o tamanho nanométrico, levará a propriedades únicas que serão as precursoras da era da revolução científica, tecnológica e industrial. (GARÍ, 2010)

Em vista do potencial avanço alcançado, o Brasil ocupa o 18º lugar no ranking de países que utilizam a nanotecnologia, segundo os dados do Indústria 2027, projeto desenvolvido pela Confederação Nacional da Indústria (CNI)<sup>3</sup>. Menciona-se que a nanotecnologia foi inserida no desenvolvimento de medicamentos e vacinas (através de nanocarregadores de RNA mensageiro)<sup>4</sup>, bem como na área do agronegócio. Em suma, constata-se que esta tecnologia que opera em nanoescala está em constante aprimoramento e ocupa um lugar de destaque no campo científico e tecnológico.

## 2.1 O incentivo à nanotecnologia no âmbito jurídico brasileiro

Mediante os avanços que a nanotecnologia alcançou, foi publicado a Portaria nº 1.122, de 19 de março de 2020, do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovações, que define as prioridades relativas à projetos de pesquisa, de desenvolvimento de tecnologias e inovações, para o período compreendido entre 2020 a 2023, e a nanotecnologia é elencada como uma das tecnologias habilitadoras.

---

<sup>3</sup> Brasil insere nanotecnologia no agronegócio. **AVICULTURA**. Ago/2021. Disponível em: <<https://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/brasil-insere-nanotecnologia-no-agronegocio/20210827-162022-m072>> Acesso em: 15 out. 2022

<sup>4</sup> Nanotecnologia como aliada no desenvolvimento de vacinas e medicamentos. **UFJF NOTÍCIAS**. Jun/2022. Disponível em: <<https://www2.ufjf.br/noticias/2022/06/09/nanotecnologia-como-aliada-no-desenvolvimento-de-vacinas-e-medicamentos/>>. Acesso em: 15 out. 2022

Ademais, menciona-se o Projeto de Lei (PL) nº 880 de 2019, que estabelece o Marco Legal da Nanotecnologia no Brasil e foi aprovado em fevereiro de 2020, pela Comissão de Constituição e Justiça (CNU), que visa incentivar a pesquisa, bem como a capacitação tecnológica e à formação de recursos humanos na área da nanotecnologia.

Isto posto, o projeto foi encaminhado à Comissão de Ciência e Tecnologia para análise. Em seguida, visto que a temática causa impacto econômico, o supracitado PL segue para a Comissão de Assuntos Econômicos, para, então, ir ao plenário e ser debatido nas Casas Legislativas, a fim de haver uma possível aprovação como Lei Federal.

Dada a relevância do tema, como também o seu alcance, o PL 880/2019 traz novos conceitos na Lei de Inovação Tecnológica, assim como prevê a Iniciativa Brasileira de Nanotecnologia, que se baseia em uma política nacional, com o escopo de criar, integrar e fortalecer ações governamentais, com o objetivo de promover o desenvolvimento científico e tecnológico.

### 3 NANOTECNOLOGIA E O DIREITO AMBIENTAL

Com o avanço tecnológico, as demandas socioeconômicas foram atendidas, em contrapartida, acarretou em mudanças no meio ambiente, ocasionado pelo consumo e emissão de poluentes resultantes do seu desenvolvimento, uso e descarte final. Vale pontuar que os nanomateriais são utilizados em inúmeros bens de consumo, como por exemplo, em produtos farmacêuticos, eletrônicos, têxteis, cosméticos, etc.

Nessa linha, conforme estudo publicado pela *European Chemicals Agency*, em 2018, os nanoproductos buscam trazer benefícios, como exemplo, cita-se as raquetes de tênis, que utilizam em sua composição nanotubos de carbono e grafeno, a fim de garantir maior resistência. Além disso, menciona-se que as versões melhoradas de protetores solares contêm dióxido de titânio (TiO<sub>2</sub>), pois a partir da nanotecnologia, foi possível criar um produto com ótima eficácia, sem deixar a pele com aspecto pegajoso e esbranquiçado.

Outrossim, cabe ressaltar que as novas propriedades físico-químicas das nanopartículas possibilitaram o progresso de produtos que trazem benefícios ambientais significativos, principalmente relacionados ao uso eficiente de matérias-primas, tais como a energia e o combustível. Desse modo, entre os benefícios, vale destacar os seguintes: Células fotossensoras, nas quais utilizam nanopartículas e permitem uma maior conversão da energia solar em elétrica, a um menor custo; Nanoaditivos para combustíveis, de forma que possibilitam o uso prolongado e eficaz de óleos vegetais e minerais; (FLEISCHER; GRUNWALD, 2008; HANNAH; THOMPSON, 2008; RICKERBY; MORRISON, 2007).

Como qualquer outra inovação, os nanomateriais buscam alcançar melhorias, inclusive para o meio ambiente, mas geralmente utilizam recursos naturais e podem gerar poluentes ao longo de seu ciclo de vida.

Nesse viés, é crucial mencionar o relatório da *Royal Society e Royal Academy of Engineering*, do Reino Unido – *Policy Document 19/04* –, publicado em 2004, p. 85, na qual recomendou medidas de precaução, em detrimento às nanopartículas e aos nanotubos, de forma que os considerou materiais perigosos, e apontou que “a liberação de nanopartículas e nanotubos manufaturados no ambiente deve ser evitada tanto quanto possível”.

### 3.1 O princípio da precaução e prevenção no direito ambiental

O direito ambiental considera a nanotecnologia um dano incerto, então, nos casos em que envolvem o uso desse material, deve ser aplicado o princípio da precaução. Nessa perspectiva, a prevenção aplica-se às atividades em que o dano é conhecido, iminente ou contínuo, enquanto as medidas de precaução são tomadas quando a ocorrência do dano é incerta ou a causalidade é parcialmente conhecida. Portanto, dois elementos principais acompanham o conceito do princípio mencionado, ameaça e incerteza. (BOURG, 2006, p. 893-6).

O princípio da precaução é quase sempre utilizado como medida de proteção ao meio ambiente, sistema complexo de várias relações que suscita preocupações diante de alguma perturbação (mesmo remota ou incerta) que possa surgir em rotas interligadas, cujo ciclo de retroalimentação pode intensificar as opções. (DUPUY, 2007, p. 119-31).

Nessa vertente, o quarto princípio elencado no documento “Princípios para a Fiscalização de Nanotecnologias e Nanomateriais” (2007), aborda que os nanomateriais emitidos no meio ambiente, classificam-se em uma nova classe de poluentes produzidos pelo homem, de modo que se pode esperar significativos impactos ambientais.

De acordo com a Fundacentro (2008, p. 33), o nanoefeito apenas é aplicado aos nanoproductos ou às reações que acontecem até um certo tamanho de partícula. Portanto, uma grande preocupação com o meio ambiente é a quantidade ínfima de pesquisas e informações acerca desse material e se ele afetará de forma permanente ou não os sistemas ambientais.

Em síntese, visto que o direito ambiental trata as nanotecnologias como um dano incerto, pois não há estudos científicos suficientes a fim de detectar com precisão e conhecer os danos causados pelo uso desse material, aplica-se, nas situações em que envolver o uso das nanopartículas, o princípio da precaução, objetivando a proteção ao meio ambiente.

## 4 A NANOTECNOLOGIA NO DIREITO DO TRABALHO E OS RISCOS GERADOS COM A EXPOSIÇÃO ÀS NANOPARTÍCULAS

Conforme preleciona GARÍ (2010), a humanidade está à beira de uma nova revolução industrial, guiada pela nanociência, com consequências imprevisíveis. Frente ao atual avanço da nanotecnologia nos parques industriais, ele relata a seguinte situação:

Não há investimento em segurança nem em avaliação de riscos laborais, ambientais ou sociais, nem se realizaram estudos do ciclo de vida dos produtos nano. [...] Face ao desprezo pelos riscos por parte de corporações e administrações uma coligação de 44 organizações sindicais, ambientais e de defesa da saúde pública e partidárias da necessidade de legislação pública, incluindo a UITA, CSI e a AFL CIO, BCTGM e *United Steelworkers* dos EUA, fez um apelo a favor duma regulação ampla e enérgica aos níveis da nanotecnologia e seus produtos. A tecnologia, diz a coligação, impõe riscos específicos que requerem regulamentação específica, transparência e participação da sociedade nas decisões.

Dessa forma, surge o questionamento, quais são os riscos imediatos para o manuseio de nanomateriais aos trabalhadores? A Organização Regional dos Trabalhadores das Américas e a Confederação Sindical Internacional buscaram respostas a esse tema com fulcro em um documento intitulado "Princípios para a Fiscalização de Nanotecnologias e Nanomateriais" (2007), de forma que o terceiro princípio elencado, busca responder a esta indagação.

O terceiro princípio do manifesto acima citado, intitula-se "Saúde e Segurança Pública e do Trabalhador", e aborda as preocupações com os riscos das nanopartículas livres (nanomateriais não encontrados em outros materiais) e dos trabalhadores que entram em contato com elas, *in verbis*:

Devido ao seu tamanho, as nanopartículas podem atravessar membranas biológicas, células, tecidos e órgãos mais rapidamente do que partículas maiores. Quando inaladas, elas podem ir dos pulmões à corrente sanguínea. Há um acúmulo de evidências indicando que os nanomateriais podem penetrar uma pele intacta, principalmente na presença de surfactantes ou pelo massagear ou flexionar da pele, e ter acesso à circulação sistêmica. Quando ingeridos, os nanomateriais podem passar através da parede estomacal à circulação sanguínea. Uma vez na corrente sanguínea, os nanomateriais podem circular através do corpo e alojar-se em órgãos e tecidos, incluindo o cérebro, o fígado, o coração, os rins, o baço, a medula e o sistema nervoso. Uma vez dentro das células, eles podem interferir com a função celular normal, causar dano oxidático e mesmo morte celular. (Princípios para a Fiscalização de Nanotecnologias e Nanomateriais, 2007).

Consoante exposto acima, os nanomateriais podem penetrar a pele, por meio do massagear ou flexionar, e, por conseguinte, ter acesso à circulação sistêmica. E,

quando ingeridos, podem atravessar a parede estomacal e se conectar à circulação sanguínea, de forma que podem alojar-se ao cérebro, coração, rins, sistema nervoso e etc., causando, como consequência, a interferência da função celular normal, dano oxidático e morte celular.

Embora existam algumas evidências e a maioria dos órgãos públicos que avaliam os riscos da nanotecnologia reconheçam que as nanopartículas são altamente tóxicas, as evidências científicas sobre o assunto ainda são escassas porque não há consenso na comunidade acadêmica sobre a nanotecnologia (FOLADORI; INVERNIZZI, 2007).

Com base nesses fatores, a União Internacional de Trabalhadores da Alimentação, Agrícolas, Hotéis, Restaurantes, Tabaco e Afins (UITA) emitiu uma resolução, em 2006, contra a liberação no mercado de produtos contendo elementos à base de nanomateriais, até que seja conhecidos os riscos advindos desse material.

Outrossim, cabe destacar o relatório do Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional (NIOSH) – agência federal dos Estados Unidos da América, responsável por proteger a saúde do trabalhador –, intitulado como “Estratégias Atuais Para Controles de Engenharia em Processos de Produção de Nanomateriais e Manuseio a Jusante”. Dessa forma, posiciona-se a agência:

O número de aplicações comerciais de nanomateriais está crescendo a uma taxa tremenda. Como este rápido crescimento continua, é essencial que os **produtores e usuários de nanomateriais garantam um ambiente de trabalho seguro e saudável para os funcionários que possam estar expostos a esses materiais.**

Infelizmente, porque a nanotecnologia é tão nova, **não sabemos ou entendemos completamente como exposições ocupacionais a esses agentes podem afetar a saúde e a segurança dos trabalhadores ou mesmo que níveis de exposição podem ser aceitáveis. Dado o nosso conhecimento atual neste campo, é importante tomar precauções para minimizar as exposições e proteger a segurança e a saúde.** (NIOSH, 2013, p. 16) (Grifos e tradução nossa)

De acordo com o documento publicado, é necessário haver um ambiente de trabalho seguro e saudável aos trabalhadores que possam estar em exposição aos nanomateriais. Além disso, em razão da nanotecnologia ser um campo de estudo recente, não se sabe como a exposição ocupacional a esses agentes podem afetar a saúde e a segurança dos funcionários, tampouco o nível aceitável de exposição.

Ainda, consoante com o relatório publicado supramencionado, os efeitos da exposição de nanopartículas em humanos não foram relatados, no entanto, houve

estudos realizados em animais de laboratórios, e, após o contato com nanopartículas de Dióxido de Titânio e CNTs (nanotubos de carbono), foi constatado inflamação pulmonar. Além de que outros estudos efetivados mostraram resposta toxicológica semelhante ao Amianto<sup>5</sup> em camundongos expostos a certos tipos de CNTs, veja-se:

A toxicidade das nanopartículas pode ser afetada por diferentes propriedades físico-químicas, incluindo tamanho, forma, química, propriedades de superfície, aglomeração, biopersistência, solubilidade e carga, bem como efeitos de grupos funcionais ligados e estrutura cristalina. maior razão área de superfície para massa de nanopartículas as torna geralmente mais reativas do que suas contrapartes de tamanho macro. Essas propriedades são as mesmas que fazem os nanomateriais únicos e valiosos na fabricação de muitos produtos. **Embora os efeitos na saúde humana de exposição não foram relatados, uma série de estudos em animais de laboratório foram realizados.**

**A inflamação pulmonar foi observada em animais expostos a TiO<sub>2</sub> nanométrico e nanotubos de carbono (CNTs). Outros estudos mostraram que as nanopartículas podem se deslocar para o sistema circulatório e para o cérebro causando estresse oxidativo. Preocupante é a constatação de que certos tipos de CNTs mostraram resposta toxicológica semelhante ao amianto em camundongos.** Esses resultados de estudos em animais são exemplos, e estudos toxicológicos adicionais precisam ser realizados para estabelecer os efeitos potenciais para a saúde dos seres humanos da exposição aguda e crônica a nanomateriais. (NIOSH, 2013, p. 5) (Grifos e tradução nossa)

Nessa vertente, há uma linha tênue entre o ambiente de trabalho e a saúde do trabalhador, tendo em vista os distintos riscos a qual fica exposto durante o labor. Portanto, é fundamental que sejam atribuídas condições dignas ao trabalhador, sem que a sua qualidade de vida seja prejudicada.

A saúde do trabalhador faz parte do conteúdo basilar da dignidade da pessoa humana, de forma que a sua proteção não pode ser ignorada. Este aspecto é fundamental para a introdução segura das nanotecnologias no mundo produtivo. Em função da indivisibilidade que marca os direitos humanos fundamentais, não há vida com dignidade sem garantia do direito à saúde no trabalho. (SCHINESTCK 2010, p. 357-378).

Remetendo-se a atenção do governo para a questão do ambiente de trabalho, os trabalhadores estariam mais protegidos, pois, em tese, as forças estariam voltadas à prevenção, tornando digno e adequado o âmbito laboral,

---

<sup>5</sup> Amianto (ou asbesto) é uma fibra de origem mineral amplamente utilizada no setor de fibrocimento, produtos para saneamento ambiental e produtos têxteis não combustíveis. É responsável pela maioria dos cânceres de pulmão ocupacionais e por um terço de todos os cânceres relacionados ao trabalho.

reduzindo, assim, as chances de ocorrer doenças ou acidentes de trabalho, envolvendo as nanotecnologias.

O direito ao ambiente seguro é cláusula inerente ao contrato de trabalho e não precisa ser expresso, pois é condição inerente à atividade, que inclusive aproveita melhor o trabalhador em sua própria produção e até em benefício do seu empregador. Portanto, permitir ou obrigar trabalhadores a laborar em ambientes inadequados sem o conhecimento da nanotecnologia envolvida, torna-se uma verdadeira afronta aos princípios mais fundamentais inerentes ao ser humano: afeta visceralmente a dignidade e a honra dos trabalhadores, e expô-los significa que pode torná-los temporariamente doentes, incapacitados ou até mesmo tirando-lhes a vida, em casos extremos.

Percebe-se que os trabalhadores não estão completamente protegidos. Diante disso, a fim de resguardar a saúde e segurança destes no ambiente laboral, o sindicato dos trabalhadores nas indústrias da fabricação do álcool, etanol, bioetanol, biocombustível, químicas e farmacêuticas de Ribeirão Preto e Região, instaurou Dissídio Coletivo de natureza econômica e social, processo nº 0006151-86.2013.5.15.000. Entre os pedidos, reivindicou o seguinte:

#### **CLÁUSULA 101ª - NANOTECNOLOGIA**

Reivindicação: **As empresas são obrigadas a informar a entidade sindical sobre o uso de nanotecnologia no processo industrial e no ambiente de trabalho.** No uso de nanotecnologia serão tomadas as devidas providências de proteção e monitoramento da saúde dos trabalhadores.

Iniciar processo de informação ampla sobre os conceitos básicos de nanotecnologias: o que é, a importância, os possíveis usos e as incertezas; Utilizar os espaços de comunicação nas SIPATs, encontros anuais, comunicação visual e virtual sobre o tema;

**Transmitir informações específicas quando do início do uso de nanocompósitos na fabricação de fármacos, respeitando o Direito de Saber. Divulgar aos trabalhadores informações sobre as substâncias e suas particularidades quando em escala nanométrica, medidas de verificação de vazamentos e/ou contaminações, medidas de primeiros socorros, estratégias de prevenção e monitoramento da saúde;**

As empresas que optarem por utilizar nanotecnologias destinarão recursos para pesquisa sobre as consequências e medidas de proteção ao trabalhador equiparadas aos recursos destinados a pesquisa de produtos;

**Obedecer ao princípio da precaução:** adoção de medidas que devem ser implantadas visando prevenir danos à saúde dos trabalhadores, mesmo na ausência da certeza científica formal da existência do risco grave ou irreversível e de suas consequências à saúde;

Estabelecer sistema de proteção coletiva eficaz;

Estabelecer medidas específicas no PPRA e PCMSO para os trabalhadores expostos a nanocompósitos;

A empresa garantirá que os membros da CIPA e do SESMT, sejam informados quando da utilização de nanotecnologia no processo industrial. A CIPA, o SESMT e os trabalhadores terão ainda acesso a informações

sobre riscos existentes à sua saúde e as medidas de proteção a adotar.  
(grifos nosso)

Desse modo, houve decisão proferida pelo Tribunal Regional do Trabalho (TRT) da 15ª Região, no qual foi deferido e julgado procedente a manutenção da cláusula 101ª da nanotecnologia, argumentando que ela é necessária em virtude do princípio do protecionismo e da precaução, como também, por envolver a segurança e saúde dos trabalhadores que podem estar em situação de vulnerabilidade frente à nanotecnologia, *in verbis*:

PROCESSO nº 0006151-86.2013.5.15.0000 (DC) - DISSÍDIO COLETIVO DE NATUREZA ECONÔMICA SUSCITANTE: SINDICATO DOS TRABALHADORES NAS INDÚSTRIAS DA FABRICAÇÃO DO ÁLCOOL, ETANOL, BIOETANOL, BIOCOMBUSTIVEL, QUÍMICAS E FARMACEUTICAS DE RIBEIRAO PRETO E RE: SUSCITADO : BIOSEV BIOENERGIA S.A. RELATORA: ADRIENE SIDNEI DE MOURA DAVID DIAMANTINO Relatório Trata-se de Dissídio Coletivo de natureza econômica e social, instaurado pelo SINDICATO DOS TRABALHADORES NAS INDÚSTRIAS DA FABRICAÇÃO DO ÁLCOOL, ETANOL, BIOETANOL, BIOCOMBUSTÍVEL, QUÍMICAS E FARMACÊUTICAS DE RIBEIRÃO PRETO E REGIÃO, (...) com o objetivo de estabelecer a fixação de cláusulas econômicas e sociais, a partir de 01 de maio de 2013, para a categoria profissional por ele representada. CLÁUSULA 101ª – NANOTECNOLOGIA Reivindicação: As empresas são obrigadas a informar a entidade sindical sobre o uso de nanotecnologia no processo industrial e no ambiente de trabalho. No uso de nanotecnologia serão tomadas as devidas providências de proteção e monitoramento da saúde dos trabalhadores. Iniciar processo de informação ampla sobre os conceitos básicos de nanotecnologias: o que é, a importância, os possíveis usos e as incertezas; (...) **Defiro. Redação final da cláusula: Não alterada** - grifos nosso.

Em razão da ausência de regulação na legislação sobre os riscos da nanotecnologia aos trabalhadores no ambiente de trabalho, deu motivo à judicialização da temática. Lastreado no precedente acima, restou clara a intenção normativa em proporcionar a comunicação clara aos empregados na utilização de nanotecnologia no processo produtivo.

Então, a empresa que optar pela utilização de nanotecnologia deve ter como norte os Princípios da Precaução e da Proteção, adotando medidas preventivas que se não forem evitadas, que sejam minimizados os danos em uma eventualidade casuística de sinistro laboral.

#### **4.1 Adicional de insalubridade**

O termo “insalubre” é originário do latim e significa tudo aquilo que origina doença (SALIBA, 2009, p. 11). Nessa perspectiva, as atividades ou operações, que,

mediante a sua natureza, condições ou métodos de trabalho, sejam prejudiciais à saúde do trabalhador, serão consideradas insalubres. De acordo com o art. 189 da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), o conceito legal de insalubre é, *in verbis*:

Art. 189. Serão consideradas atividades ou operações insalubres aquelas que, por sua natureza, condições ou métodos de trabalho, exponham os empregados a agentes nocivos à saúde, acima dos limites de tolerância fixados em razão da natureza e da intensidade do agente e do tempo de exposição aos seus efeitos.

De acordo com o art. 192 da CLT, o exercício do trabalho em condições insalubres, acima do limite de tolerância fixado pelo Ministério do Trabalho, gera o adicional de 40% (quarenta por cento), caso seja classificado em grau máximo, 20% (vinte por cento), se for categorizado em grau médio, e 10% (dez por cento), se a classificação for em grau mínimo. Frisa-se que a referência para o cálculo do adicional, será o salário-mínimo da região, *in verbis*:

Art. 192. O exercício de trabalho em condições insalubres, acima dos limites de tolerância estabelecidos pelo Ministério do Trabalho, assegura a percepção de adicional respectivamente de 40% (quarenta por cento), 20% (vinte por cento) e 10% (dez por cento) do salário-mínimo da região, segundo se classifiquem nos graus máximo, médio e mínimo.

Ademais, há alguns requisitos necessários para que se evidencie a existência da insalubridade, como a exposição a agentes nocivos à saúde do trabalhador, bem como que essa exposição seja acima dos limites de tolerância estabelecidos em razão da natureza e da intensidade do agente e do tempo de exposição, de modo que se a exposição estiver nos limites da tolerância, não haverá direito ao adicional. (MARTINS, 2011, p. 256)

Destaca-se que há a Norma Regulamentadora nº 15 (NR-15), do Ministério do Trabalho e Previdência, e descreve as atividades e operações que são consideradas insalubres, bem como os limites de tolerância para agentes químicos, físicos e biológicos.

O adicional de insalubridade, por ser crucial, é assegurado pela Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 (CRFB/88), que dispõe, no artigo 7º, “São direitos dos trabalhadores urbanos e rurais, além de outros que visem a condição de sua melhoria social”. Nessa linha, o inciso XXIII do mencionado artigo aborda que haverá “adicional de remuneração para as atividades penosas, insalubres, ou perigosas na forma da lei”.

Ainda, no tocante ao adicional de insalubridade, a súmula 289 do Tribunal Superior do Trabalho (TST) elucida que o fornecimento do aparelho de proteção pelo empregador, não exime do pagamento do adicional de insalubridade, veja-se:

**Insalubridade adicional:** Fornecimento do aparelho de proteção. Efeito. O simples fornecimento do aparelho de proteção pelo empregador não o exime do pagamento do adicional de insalubridade. Cabe-lhe tomar medidas que conduzam a diminuição ou eliminação da nocividade, entre as quais as relativas ao uso efetivo do equipamento ou empregado. - grifos nosso.

Em suma, apenas fornecer os equipamentos de proteção não desobriga o pagamento do adicional de insalubridade pelo empregador, pois não é causa suficiente de neutralizar a nocividade exposta pela natureza laboral. Deve-se, então, utilizar equipamentos de proteção individual que sejam capazes de diminuir a intensidade do agente nocivo, para que esteja enquadrado no limite de tolerância.

#### 4.2 Adicional de periculosidade

O adicional de periculosidade se enquadra nas atividades ou operações perigosas, de modo que, a sua natureza ou método de trabalho, seja potencialmente arriscado, capaz de acarretar em lesão grave ou perda da vida.

Frisa-se que será devido em situações de exposição permanente a produtos inflamáveis, explosivos ou relacionados à energia elétrica, bem como a roubos ou outras espécies de violência física nas profissões de segurança pessoal ou patrimonial, dessa forma, assegura ao empregado um adicional de 30% (trinta por cento) sobre o salário, conforme o art. 193 da CLT, *in verbis*:

Art. 193. São consideradas atividades ou operações perigosas, na forma da regulamentação aprovada pelo Ministério do Trabalho e Emprego, aquelas que, por sua natureza ou métodos de trabalho, impliquem risco acentuado em virtude de exposição permanente do trabalhador a:

I - inflamáveis, explosivos ou energia elétrica;

II - roubos ou outras espécies de violência física nas atividades profissionais de segurança pessoal ou patrimonial.

§ 1º - O trabalho em condições de periculosidade assegura ao empregado um adicional de 30% (trinta por cento) sobre o salário sem os acréscimos resultantes de gratificações, prêmios ou participações nos lucros da empresa.

§ 2º - O empregado poderá optar pelo adicional de insalubridade que porventura lhe seja devido.

§ 3º Serão descontados ou compensados do adicional outros da mesma natureza eventualmente já concedidos ao vigilante por meio de acordo coletivo.

Em síntese, o adicional de periculosidade objetiva compensar o empregado que atua em atividade profissional de risco de vida ou a sua incolumidade física. De acordo com a Súmula 364 do TST, há direito ao adicional o empregado exposto permanentemente, ou de forma intermitente, está sujeito a situações de risco. De modo que apenas a eventualidade ou a habitualidade, em tempo muito reduzido, não é devido a receber o adicional.

#### **4.3 Possibilidade de substâncias nanotecnológicas configurarem o adicional de insalubridade e periculosidade**

Salienta-se que a CLT prevê, de forma abrangente, o pagamento de adicionais aos trabalhadores em situações de insalubridade e periculosidade, que estão bem delineados e definidos nos textos normativos trabalhistas, porém, mesmo após a reforma trabalhista na Lei nº 13.467/2017, de 13 de julho de 2017, ainda existem omissões na legislação vigente.

A previsibilidade da exposição dos trabalhadores aos nanomateriais não é mencionada no texto legal. Na ausência de legislação específica, e na inércia da regulação ou legislação estatal quanto à exposição do trabalhador a essas nanotecnologias, os trabalhadores ficam vulneráveis ao acaso do desconhecido sem sequer serem remunerados por sua exposição.

Diante da falta de previsão expressa na legislação brasileira, resta aos magistrados aplicarem, analogicamente, normas existentes consoante os casos concretos. Nesse viés, a manipulação ou contato com nanopartículas, por analogia, poderia se enquadrar nas previsões dos artigos 189 e 193 da CLT, que versam acerca da insalubridade e periculosidade, respectivamente, caso os riscos sejam previsíveis.

Faz-se imperioso abordar a ação rescisória nº 0022117-85.2019.5.04.0000, apreciada pelo TRT da 4ª Região, ajuizada em face à União Brasileira de Educação e Assistência - PUC/RS, que pretendia a desconstituição do acórdão proferido nos autos da reclamatória trabalhista nº 0000511-23.2010.5.04.0030.

Cita-se que a partir de ofício expedido pela 30ª Vara do Trabalho de Porto Alegre, o Inquérito Civil 461/2009 foi instaurado com vistas a verificar as condições do ambiente de trabalho na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul,

especialmente por conta da alegada contaminação de trabalhadores e estudantes, por componentes químicos voláteis, decorrente da negligência do empregador quanto às normas de segurança do trabalho. No entanto, pela ausência de elementos para ensejar o ajuizamento de ação civil pública, foi arquivado.

Ato contínuo, em 2011, foi acostado um novo laudo pericial ambiental e concluiu-se pelo desarquivamento, com a reabertura das investigações. Após inspeções realizadas pelo Ministério Público do Trabalho, em conjunto com o Ministério do Trabalho, o Exmo. Procurador do Trabalho Luiz Alessandro Machado, assim concluiu, *in verbis*:

De tudo o que aqui se relatou é preciso ressaltar que as **irregularidades investigadas dizem respeito a tema estritamente técnico da área físico-química e, ainda dentro dele, extremamente restrito (reações químicas com resultado radioativo e nanopartículas)**. Essa característica dificultou sobremaneira a condução da investigação e, sem embargo da escassez de definições científicas a respeito, ou justamente em razão dela, adotou-se a linha da cautela, a saber, **procurou-se estabelecer parâmetros de proteção à saúde e segurança dos trabalhadores a partir do princípio da precaução**:

Vale lembrar que empreendimentos semelhantes aos aqui investigados produzem achados que contribuem grandemente para o progresso científico e a melhoria da condição de vida em geral. Obviamente, esse prestígio não blindava a investigada contra a adoção de medidas minimamente protetivas dos trabalhadores que se dedicam a esse bem público.

É preciso, pois, equilibrar a necessidade de viabilizar o prosseguimento das atividades de grande utilidade pública realizadas pela investigada com a necessidade (de igual grandeza) de assegurar mínimas condições de saúde e segurança dos trabalhadores envolvidos nessas atividades. **A dificuldade decorre das lacunas de conhecimento a respeito do tema e da escassez de recursos para aferir os reais riscos a que estão submetidos tais trabalhadores**. Exatamente por isso, como dito acima, adotou-se o parecer técnico do Perito Médico desta PRT4, baseado em diversos documentos técnicos, elaborados, por sua vez, por outros *experts*, seja por encomenda da denunciante, seja da investigada ou, ainda, no bojo de processos judiciais. (grifos nosso)

Segundo o Procurador do Trabalho mencionado, as irregularidades investigadas (reações químicas com resultado radioativo e nanopartículas), constituem um tema extremamente restrito e técnico, de forma que dificultou a condução da investigação. Em virtude disso, procurou-se estabelecer os parâmetros que conduzissem à proteção à saúde e segurança do trabalhador, por meio do princípio da precaução. Ademais, mencionou que esta dificuldade é proveniente das

lacunas de conhecimento sobre o tema em comento e a falta de recursos para aferir os reais riscos a que estão submetidos tais trabalhadores.

Diante disso, SALCE (2015), defende que enquanto não há uma legislação específica, seria viável e contributivo, a criação de um anexo na NR-15, que poderia, por meio de medições e análises qualitativas e quantitativas, mensurar uma regra de tolerância à exposição com substâncias que possam causar um ambiente laboral insalubre. De forma que é possível haver o equilíbrio entre a criação científica e a prevenção a quem manipula, a fim de evitar os riscos à saúde do trabalhador e manter o crescimento econômico.

Portanto, embora o direito ambiental considere a nanotecnologia como um dano incerto, que incumbe a aplicação do princípio da precaução a fim de proteger o meio ambiente e a saúde do trabalhador, o direito do trabalho, por sua vez, não regulamentou na legislação trabalhista normas que objetivam resguardar os funcionários da exposição às nanopartículas. Então, deixa à mercê dos magistrados adotar e aplicar no caso concreto, normas por analogia, inclusive a respeito da aplicabilidade do adicional de insalubridade e periculosidade.

## 5 A RESPONSABILIDADE CIVIL NA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

O Código Civil (CC), adotou como regra geral a responsabilidade subjetiva, consoante a redação do Art. 186: “Aquele que, por ação ou omissão voluntária, negligência ou imprudência, violar direito e causar dano a outrem, ainda que exclusivamente moral, comete ato ilícito”.

Visto que a responsabilidade civil decorre da prática de um ato ilícito que gera, como consequência, uma sanção para se estabelecer a ordem jurídica, nas palavras de Pablo Stolze e Rodolfo Pamplona Filho, tem-se:

Trazendo esse conceito para o âmbito do Direito Privado, e seguindo essa mesma linha de vida, diríamos que a responsabilidade civil deriva da agressão a eminentemente particular, um interesse, assim, o infrator, ao pagamento de uma **compensação pecuniária à vítima**, caso não possa relatar *in natura* o estado anterior das coisas. (STOLZE; PAMPLONA. 2012, p.54) - grifo nosso.

Destarte, seguindo esta linha de entendimento, infere-se que a responsabilidade civil é uma sanção civil de compensação pecuniária à vítima, por reparar um dano de origem ilícita ou anteriormente prevista de forma legal. Compreende-se que a teoria subjetiva foi adotada como regra na legislação brasileira. Entretanto, o Código Civil não se restringiu somente a essa teoria. Senão vejamos:

**Art. 927.** Aquele que, por ato ilícito (arts. 186 e 187), causar dano a outrem, fica obrigado a repará-lo.  
Parágrafo único. Haverá obrigação de reparar o dano, independentemente de culpa, **nos casos especificados em lei, ou quando a atividade normalmente desenvolvida pelo autor do dano implicar, por sua natureza, risco para os direitos de outrem.** - grifos nosso.

O parágrafo único do Art. 927 aborda, como exceção, a possibilidade de utilizar a teoria objetiva, em casos previstos em lei ou quando a atividade desenvolvida pelo autor do dano implicar, em razão da natureza, risco aos direitos de outrem. Em suma, basta que haja o nexo de causalidade entre o dano e a conduta do agente responsável, a fim de surgir o dever de indenizar, veja-se:

Entretanto, as hipóteses têm em que não é necessário sequer ser caracterizada a culpa. Nesses casos, diante do que se convencionou chamar de “responsabilidade civil objetiva”. Segundo tal espécie de responsabilidade, **o dolo ou culpa na conduta do agente causador do dano é irrelevante juridicamente, haja vista que somente será necessária a existência do elo de causalidade entre o dano e a conduta do agente responsável para que surja o dever de indenizar.** (STOLZE; PAMPLONA. 2012, p. 60)

## 5.1 Responsabilidade civil do empregador

Os direitos fundamentais têm incidência imediata e direta nas relações de Direito do Trabalho, então, as normas constantes na Constituição da República Federativa do Brasil, devem estar presentes nas relações entre empregado e empregador. A eficácia dos direitos fundamentais nas relações trabalhistas é uma fórmula para amenizar a desigualdade entre os sujeitos da relação e pela proteção da liberdade e da dignidade do trabalhador (SABINO, 2010, p. 64-83)

Nessa linha, a proteção do ambiente de trabalho está vinculada à proteção da saúde do trabalhador sob o fundamento constitucional da proteção de uma vida digna. Conforme sugerido no art. 7º da CRFB/88, “são direitos dos trabalhadores urbanos e rurais, além de outros que visem à melhoria de sua condição social; inciso XXII”, “Reduzir os riscos inerentes ao trabalho através das normas de saúde, higiene e segurança”. Esta é uma vertente a ser seguida no âmbito laboral pelos empregadores, visto que é considerada um dos alicerces do direito do trabalho.

Desta forma, ao empregador cabe proteger o meio ambiente, assegurando mecanismos efetivos de proteção ao local onde o trabalho é executado e ao trabalhador. O objetivo principal da norma constitucional é a proteção do homem no seu ambiente de trabalho, evitando a deterioração de sua qualidade de vida (BRANDÃO, 2010, p. 24-29)

Cabe destacar que a teoria do risco do desenvolvimento conceitua-se em aquele que “não é conhecido quando o produto é colocado no mercado, mas posteriormente, após sua utilização.” (BORJES; GOMES; ENGELMANN, 2014, p.51). Portanto, essa teoria do risco deve ser aplicada às nanotecnologias, pois não permite que a ciência tenha conhecimento dos riscos que poderão causar, apenas serão conhecidos posteriormente com o uso e o avanço tecnológico. (LUCIANO, 2020, p.100)

Em razão da falta de norma tratando da temática do ambiente laboral que envolve a manipulação de nanopartículas, não há nenhuma obrigação ao empregador para que ele pague o devido adicional de insalubridade e periculosidade, agravando ainda mais em caso de patologias oriundas da relação de trabalho, também denominadas de doença ocupacionais.

A responsabilidade baseada no risco da atividade, como prevista no parágrafo único do artigo 927 do Código Civil, configura-se quando a atividade,

normalmente desenvolvida pelo autor do dano, causar à pessoa determinada um ônus maior do que aos demais membros da coletividade. Em síntese, por trás da noção de risco há um dever juridicamente protegido, o dever de segurança. Quem se dispõe a exercer alguma atividade perigosa terá que fazê-lo com segurança, de modo a não causar dano a outrem, sob pena de ter que por ele responder independentemente de culpa. (CAVALIERI FILHO, 2008, p. 139)

O que configura a responsabilidade objetiva pelo risco da atividade não é um risco normal, inerente a qualquer atividade humana, mas a atividade cujo risco a ela inerente é um risco excepcional e incomum, mas previsível, e deve decorrer de atividade desenvolvida por alguém com regularidade, não eventualmente, sendo que a natureza desta atividade é o que a diferencia das demais atividades normais e vai caracterizar o risco capaz de gerar acidentes e prejuízos (MELO, 2010, p. 265).

É a atividade que tem em seu conteúdo um perigo potencialmente causador de dano a alguém. Vislumbra-se que aqui se inserem os riscos que poderão ser gerados pelas nanotecnologias, alguns são previsíveis, no entanto, a sua grande maioria é desconhecida e, mais, invisível e talvez constatável em longo prazo.

Desse modo, cabe analisar que o Plenário do Supremo Tribunal Federal (STF) decidiu em 2019, no Recurso Extraordinário nº 828040 (tema 932), que o trabalhador que atua em atividade de risco tem direito à indenização em virtude dos danos oriundos de acidente de trabalho, independentemente da comprovação de culpa ou dolo do empregador. Além disso, os ministros abordaram que é válido e constitucional imputar a responsabilidade civil objetiva do empregador ocasionado por danos provenientes de acidentes de trabalho em atividades de risco, *in verbis*:

EMENTA: DIREITO CONSTITUCIONAL. DIREITO DO TRABALHO. RECURSO EXTRAORDINÁRIO. REPERCUSSÃO GERAL RECONHECIDA. **TEMA 932**. EFETIVA PROTEÇÃO AOS DIREITOS SOCIAIS. **POSSIBILIDADE DE RESPONSABILIZAÇÃO OBJETIVA DO EMPREGADOR POR DANOS DECORRENTES DE ACIDENTES DE TRABALHO**. COMPATIBILIDADE DO ART. 7, XXVIII DA CONSTITUIÇÃO FEDERAL COM O ART. 927, PARÁGRAFO ÚNICO, DO CÓDIGO CIVIL. APLICABILIDADE PELA JUSTIÇA DO TRABALHO. 1. A responsabilidade civil subjetiva é a regra no Direito brasileiro, exigindo-se a comprovação de dolo ou culpa. Possibilidade, entretanto, de previsões excepcionais de responsabilidade objetiva pelo legislador ordinário em face da necessidade de justiça plena de se indenizar as vítimas em situações perigosas e de risco como acidentes nucleares e desastres ambientais. 2. O legislador constituinte estabeleceu um mínimo protetivo ao trabalhador no art. 7º, XXVIII, do texto constitucional, que não impede sua ampliação razoável por meio de legislação ordinária. Rol exemplificativo de direitos sociais nos artigos 6º e 7º da Constituição Federal. **3. Plena compatibilidade do art. 927, parágrafo único, do Código Civil com o art. 7º, XXVIII, da**

**Constituição Federal, ao permitir hipótese excepcional de responsabilização objetiva do empregador por danos decorrentes de acidentes de trabalho, nos casos especificados em lei ou quando a atividade normalmente desenvolvida pelo autor implicar, por sua natureza, outros riscos, extraordinários e especiais. Possibilidade de aplicação pela Justiça do Trabalho.** 4. Recurso Extraordinário desprovido. TEMA 932. Tese de repercussão geral: "**O artigo 927, parágrafo único, do Código Civil é compatível com o artigo 7º, XXVIII, da Constituição Federal, sendo constitucional a responsabilização objetiva do empregador por danos decorrentes de acidentes de trabalho, nos casos especificados em lei, ou quando a atividade normalmente desenvolvida, por sua natureza, apresentar exposição habitual a risco especial, com potencialidade lesiva e implicar ao trabalhador ônus maior do que aos demais membros da coletividade**". (STF - RE: 828040 DF - DISTRITO FEDERAL, Relator: Min. ALEXANDRE DE MORAES, Data de Julgamento: 27/08/2019, Data de Publicação: DJe-189 30/08/2019)

Em consonância com a tese de repercussão geral supracitada, o empregador será responsabilizado de forma objetiva, em decorrência dos danos provenientes de acidentes de trabalho, em casos específicos em lei, ou quando a atividade normalmente desenvolvida, por sua natureza, gerar exposição habitual a risco especial, com potencialidade lesiva, de modo que implique, ao trabalhador, um ônus maior se comparado aos demais membros da sociedade.

Compreende-se que tanto a doutrina, quanto os precedentes judiciais, vêm sendo favoráveis à aplicação da responsabilidade civil objetiva do empregador nas situações em que os danos ocorreram por acidente de trabalho nas atividades de risco, ou quando apresentam exposição a risco especial. Portanto, por analogia, é cabível inferir que a responsabilidade civil objetiva também possa recair nas atividades em que se utilizam a nanotecnologia, caso se enquadre no tema 932 do STF e houver estudos que atestem que a exposição à nanopartículas traz risco especial e iminente.

O uso da nanotecnologia traz incertezas acerca dos danos e se em algum momento irão ocorrer. Desse modo, não ocorrendo ou não havendo a iminência de um dano, não é possível aplicar a responsabilidade civil ao empregador, para buscar ressarcimento. Nessa linha, mesmo que não haja dano juridicamente aferível, a nanotecnologia traz riscos que devem ser conduzidos baseado no princípio da precaução. Em síntese, quando não é o caso de aplicar a responsabilidade civil, faz-se necessário adotar outros mecanismos associados ao princípio da precaução. Desse modo, tem-se:

Cabendo considerar que nem mesmo as hipóteses objetivas da responsabilidade civil são suficientes para conter os efeitos nocivos da nanotecnologia. O impacto dessa tecnologia está sendo tema de

investigação, pois desafia a responsabilidade civil, que não está pronta para ampará-la e proteger suas vítimas. Cabe lembrar que o cerne do medo humano está naquilo que é desconhecido. E, quando falamos de nanotecnologia, cabe tão somente afirmar que existem. (LUCIANO, 2020, p.135)

De acordo com o exposto, nem mesmo as hipóteses objetivas da responsabilidade civil serão suficientes para conter os efeitos nocivos que a nanotecnologia traz. O impacto dessa tecnologia está sob investigação, pois desafia o instituto da responsabilidade civil, que não está preparado para proteger suas vítimas. Em síntese, motivado pelo desconhecimento das consequências do uso da nanotecnologia, como também, a inexistência de lei específica, não deve ser justificável o desamparo à vítima, pois o direito deverá buscar formas de evitar ônus indesejáveis.

## 6 METODOLOGIA

No presente trabalho, adotou-se o método dedutivo, que consiste em uma cadeia de raciocínio lógico que se inicia através de uma análise geral em direção a um conhecimento específico. De acordo com Vergara (2007), a classificação do tipo de pesquisa é feita com fundamento em dois critérios básicos: quanto aos meios e quanto aos fins.

Quanto aos fins de investigação, a presente pesquisa possui caráter exploratório, ao passo que se volta para a descoberta de novas informações sobre o tema, buscando conhecê-lo com mais profundidade. (MUNARETTO, et al., 2013, p. 10). Ademais, é descritiva, pois expõe características claras sobre determinado assunto, por meio de coleta de dados.

Relativo ao meio de investigação, a pesquisa apresenta-se como bibliográfica, conceituada como aquela cujo objetivo principal é o aprofundamento em determinado assunto, de modo a promover uma explicação do objeto de estudo, pela análise de teorias a seu respeito. A coleta de dados foi possível a partir de levantamento bibliográfico, utilizando como fontes artigos, dissertações e livros que abordam acerca da nanotecnologia, além dos precedentes judiciais existentes que se relacionam ao tema.

## 7 CONCLUSÃO

A nanotecnologia revolucionou o cenário mundial, a partir da manipulação de átomos, no intuito de formar novos materiais nanoestruturados. Diante disso, ao passo em que houve o avanço e melhoria nos bens de consumo, surgiram novos desafios, no tocante aos danos futuros. Rememore-se que o direito ambiental trata as nanotecnologias como um dano incerto, pois não há muitos estudos científicos sobre a temática e o seu dano ser desconhecido. Nessa linha, para que seja possível detectar com precisão e ser aferível as consequências causadas pelo uso desta tecnologia, deve ser aplicado, nas situações em que envolvê-la, o princípio da precaução, objetivando a proteção ao meio ambiente e ao homem.

Verificou-se que as nanopartículas podem penetrar a pele e acessar a circulação sistêmica, bem como, quando ingeridas, conectar-se à circulação sanguínea e alojar-se ao cérebro, rins, coração, etc., causando dano oxidático, mau funcionamento e morte celular. Além disso, vale ressaltar que não foram relatados efeitos desses nanomateriais em humanos, mas foram feitos estudos em camundongos, expondo-os às nanopartículas de dióxido de titânio e nanotubos de carbono, e foi constatado inflamação pulmonar, assim como respostas toxicológicas similares aos prejuízos causados pelo Amianto.

Em razão de não haver na legislação trabalhista brasileira normas que regulamentem o uso da nanotecnologia, os trabalhadores se tornam vulneráveis à exposição de nanopartículas, restando aos magistrados aplicarem, por analogia, normas existentes consoante os casos concretos. Dessa forma, a manipulação com esse material poderia gerar o direito de receber o adicional de insalubridade e periculosidade, caso estudos atestem que nanopartículas são agentes nocivos à saúde humana, acima dos limites de tolerância fixados, ou constatem risco à incolumidade física ou de vida.

No tocante à responsabilidade civil do empregador, o STF fixou tese de repercussão geral (Tema 932), em 2019, que responsabiliza de forma objetiva o empregador, por danos decorrentes de acidentes de trabalho, nos casos previstos em lei, ou quando a atividade habitualmente prestada pelo trabalhador, implicar riscos extraordinários e especiais. Nesse sentido, trabalhadores que operam com nanopartículas, poderiam usufruir desse instituto caso os riscos fossem previsíveis.

O objetivo primordial da responsabilidade civil é a reparação do dano. Assim, no estudo apresentado, a nanotecnologia traz consigo a incerteza do dano e se ele acontecerá em algum momento. A responsabilidade civil não pode ser utilizada no meio jurídico para buscar indenização se o dano não tiver ocorrido ou não for iminente. Mesmo sem danos juridicamente mensuráveis, a nanotecnologia apresenta riscos que devem ser gerenciados com base no princípio da precaução.

Em suma, os riscos da nanotecnologia devem ser geridos de acordo com o princípio da precaução em todos os espaços de decisão, sendo necessário desenvolver instrumentos jurídicos, tecnologias e métodos para realizar esta tarefa de forma mais eficaz. Para tal, ainda há um longo caminho a percorrer, tanto a nível acadêmico, quanto no âmbito jurídico, no sentido de que é necessário estudar os riscos, a fim de que sejam previsíveis, para que seja possível regulamentar leis acerca da nanotecnologia, que versem sobre a exposição às nanopartículas. À medida que métodos mais eficazes de gerenciamento de riscos são desenvolvidos, por ora, o princípio da precaução precisa ser utilizado tanto na esfera administrativa quanto na judicial.

## REFERÊNCIAS

Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI). **PANORAMA DE NANOTECNOLOGIA**. 2010. Disponível em: <<https://livroaberto.ibict.br/bitstream/1/620/1/Panorama%20de%20Nanotecnologia.pdf>> Acesso em: 28 out. 2022

\_\_\_\_\_.BORJES, Isabel Cristina Porto; GOMES Taís Ferraz; ENGELMANN, Wilson. **Responsabilidade civil e nanotecnologias**. São Paulo: Atlas, 2014.

BOURG, D. **Principe de précaution**. In: Mesure S, Savidan P, éditeurs. Le dictionnaire des sciences humaines. Paris: Presses Universitaires de France; 2006

BRANDÃO, Claudio Mascarenhas. **Proteção Jurídica à Saúde do Trabalhador: uma necessária (re)leitura constitucional**. Revista LTr. São Paulo: LTr, v. 74, n. 1, jan. 2010

\_\_\_\_\_.BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em:<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)> Acesso em: 18 jul. 2022

Brasil insere nanotecnologia no agronegócio. **AVICULTURA**. Ago/2021. Disponível em:<<https://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/brasil-insere-nanotecnologia-no-agronegocio/20210827-162022-m072>> Acesso em: 15 out. 2022

\_\_\_\_\_.BRASIL. **Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002**. Institui o Código Civil. Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2002/l10406compilada.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10406compilada.htm)> Acesso em: 20 jul. 2022

\_\_\_\_\_.BRASIL. **Lei nº 13.467, de 13 de julho de 2017**. Dispõe sobre a Reforma Trabalhista. Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em:<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2017/lei/l13467.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13467.htm)> Acesso em: 20 jul. 2022

BRASIL, Tribunal Superior do Trabalho. Súmula nº 289. INSALUBRIDADE. ADICIONAL. FORNECIMENTO DO APARELHO DE PROTEÇÃO. Nov/2003. **TST JUS**. Disponível em: <[https://www3.tst.jus.br/jurisprudencia/Sumulas\\_com\\_indice/Sumulas\\_Ind\\_251\\_300.html#SUM-289](https://www3.tst.jus.br/jurisprudencia/Sumulas_com_indice/Sumulas_Ind_251_300.html#SUM-289)> Acesso em: 28 out. 2022

BRASIL, Tribunal Superior do Trabalho. Súmula nº 364. ADICIONAL DE PERICULOSIDADE. EXPOSIÇÃO EVENTUAL, PERMANENTE E INTERMITENTE. Jun/2016. **TST JUS**. Disponível em: <[http://www3.tst.jus.br/jurisprudencia/Sumulas\\_com\\_indice/Sumulas\\_Ind\\_351\\_400.html#SUM-364](http://www3.tst.jus.br/jurisprudencia/Sumulas_com_indice/Sumulas_Ind_351_400.html#SUM-364)> Acesso em 28 out. 2022

CAVALIERI FILHO, Sérgio. **Programa de Responsabilidade Civil**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

CHEMICALS IN OUR LIFE. **Produtos melhorados pela nanotecnologia.**

Disponível em:

<<https://chemicalsinourlife.echa.europa.eu/pt/nano-enhanced-products>>. Acesso em 19 jul. 2022

DREXLER, E. **Engines of creation: the coming era of nanotechnology.** New York: Anchor Books, 1980.

DUPUY, JP. **Complexity and uncertainty: a prudential approach to nanotechnology.** In: Allhoff F, Lin P, Moor J, Weckert J, editors. Nanoethics: The ethical and social implications of nanotechnology. New Jersey: John Wiley & Sons; 2007.

DURÁN, Nelson; MATTOSO, Luiz Henrique Capparelli; MORAIS, Paulo Cesar. **Nanotecnologia: introdução, preparação e caracterização de nanomateriais e exemplos de aplicação.** São Paulo: Artliber, 2006.

FLEISCHER, T.; GRUNWALD, A. **Making nanotechnology developments sustainable: a role for technology assessment?** Journal of Cleaner Production, Oxford, v. 16, 2008.

\_\_\_\_\_.GARÍ, M. **Nano amizades perigosas.** 2010. Disponível em: <https://outrapolitica.wordpress.com/2010/05/15/nano-amizades-perigosas>. Acesso em: 19 jul. 2022

HANNAH, W.; THOMPSON, P. B. **Nanotechnology, risk and the environment: a review.** Journal of Environmental Monitoring, Cambridge, v. 10, n. 3, 2008.

\_\_\_\_\_.INSTITUTO NACIONAL DE SEGURANÇA E SAÚDE OCUPACIONAL (NIOSH). **Estratégias atuais para controles de engenharia na produção de nanomateriais e processos de manuseio a jusante.** 2013. Disponível:<<http://www.cdc.gov/niosh/docs/2014-102/>> Acesso em: 19 de jul. 2022

LIMA, Edilson Gomes de. **Tratados científicos: a nanotecnologia avançada.** São Paulo: Agbook, 2009.

\_\_\_\_\_.LUCIANO, Ana Paula. **A responsabilidade civil ambiental frente aos riscos sociais, ambientais e laborais associados à nanotecnologia.** 2020. Dissertação (Mestrado em Direito) - Universidade Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, 2020. Disponível em: <<https://repositorio.ucs.br/xmlui/bitstream/handle/11338/6317/Dissertacao%20Ana%20Paula%20Luciano.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em 03 nov. 2022

Marco Legal da nanotecnologia é aprovado na CCJ. Fev/2020. **Senado Notícias.** Disponível em:<<https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2020/02/19/marco-legal-da-nanotecnologia-avanca>> Acesso em: 22 jul. 2022

MARTINS, Sérgio Pinto. **Direito do Trabalho.** 27. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

MELO, Raimundo Simão de. **Direito Ambiental do Trabalho e a Saúde do Trabalhador**. 4 ed. São Paulo: LTr, 2010.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E PREVIDÊNCIA. **Norma Regulamentadora nº 15 (NR-15)**. Disponível

em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-15-nr-15>> Acesso em: 26 out. 2022

MUNARETTO, Lorimar Francisco; CORRÊA, Hamilton Luiz; DA CUNHA, Júlio Araújo Carneiro. Um estudo sobre as características do método Delphi e de grupo focal, como técnicas na obtenção de dados em pesquisas exploratórias. **Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria**, v. 6, n. 1, p. 9-24, 2013. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=273428927002>> Acesso em: 03 nov. 2022

Nanotecnologia como aliada no desenvolvimento de vacinas e medicamentos. **UFJF NOTÍCIAS**. Jun/2022. Disponível

em: <<https://www2.ufjf.br/noticias/2022/06/09/nanotecnologia-como-aliada-no-desenvolvimento-de-vacinas-e-medicamentos/>> Acesso em: 15 out. 2022

RICKERBY, D. G.; MORRISON, M. **Nanotechnology and the environment: a European perspective**. Science and Technology of Advanced Materials, [S.l.], v. 8, 2007.

Royal Society and the Royal Academy of Engineering. **Nanoscience and nanotechnologies: Opportunities and uncertainties**. London: The Royal Society; 2004.

SABINO, João Filipe Moreira Lacerda. **Os Direitos Fundamentais nas Relações de Trabalho**. In: PIOVESAN, Flávia; CARVALHO, Luciana Paula Vaz de (coords.). Direitos Humanos e Direito do Trabalho. São Paulo: Atlas, 2010.

SALCE, Luiz Marcelo. Nanotecnologia e seus reflexos no direito do trabalho.

**JUSBRASIL**. 2015. Disponível

em: <<https://masalce.jusbrasil.com.br/artigos/274990933/nanotecnologia-e-seus-reflexos-no-direito-do-trabalho>> Acesso em: 27 out. 2022

SALIBA, Tuffi Messias. **Insalubridade e periculosidade: aspectos técnicos e práticos**. 9. ed. São Paulo: LTr, 2009.

STF decide que empregador tem responsabilidade civil objetiva em acidentes de trabalho. **CONJUR**. Set/2019. Disponível em:

<<https://www.conjur.com.br/2019-set-13/stf-decide-empregador-responsabilidade-civil-objetiva>> Acesso em: 20 jul. 2022

\_\_\_\_\_.STOLZE, PABLO GAGLIANO; PAMPLONA, RODOLFO FILHO. **Novo curso de direito civil: responsabilidade civil**. 10ª ed. rev. atual. São Paulo: Saraiva, 2012

Supremo Tribunal Federal STF - RECURSO EXTRAORDINÁRIO: RE 828040 DF - DISTRITO FEDERAL. **JUSBRASIL**, 2019. Disponível em:<<https://www.jusbrasil.com.br/jurisprudencia/stf/750787647>> Acesso em: 02 nov. 2022

Tribunal Regional do Trabalho da 4ª Região TRT-4 - Ação Rescisória: AR 0022117-85.2019.5.04.0000 - Inteiro Teor. **JUSBRASIL**. 2021. Disponível em:<<https://www.jusbrasil.com.br/jurisprudencia/trt-4/1299384668/inteiro-teor-1299384692>> Acesso em: 02 nov. 2022

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 9 ed. São Paulo: Atlas, 2007.