

Nanotecnologias e os desafios no campo alimentar: Que futuro nos espera?

Tania Elias Magno da Silva¹

Resumo

O artigo discute os possíveis impactos sociais que podem ser gerados frente aos avanços no campo das nanotecnologias, quando utilizadas na produção alimentar. Embasados no pensamento crítico de Morin, E; Beck, U; Baumann, Z; Giddens, A, entre outros cientistas e estudiosos que questionam as encruzilhadas que o estágio atual do desenvolvimento tecnocientífico tem nos colocado e o que o futuro pode nos reservar, partimos do princípio de não dissociar modernidade de desenvolvimento e progresso, este último traduzido pelos avanços do conhecimento científico e as conquistas no campo tecnológico, pois são processos imbricados um no outro e interdependentes. Outro ponto que guiou o estudo foi a estreita relação entre desenvolvimento científico e tecnológico e mercado, pois as nanotecnologias se enquadram nesta relação.

Palavras Chave: Sociologia, Nanotecnologia, Alimentos, Impactos Sociais

¹ Doutora em Sociologia. Universidade Federal de Sergipe/UFS. E-mail: taniamagno@uol.com.br

Nanotechnologies and challenges in the field's food: What future awaits us?

Abstract

This paper discusses the possible social impacts that can be generated compared to the advances in the field of nanotechnology when used in food production. Grounded in critical thinking Morin, E; Ulrich Beck; Baumann, Z; Giddens, A, among other scientists and scholars who question the crossroads that the current stage of techno-scientific development has put us and what the future may hold us, we assume no separate development of modernity and progress, the latter translated by advances in scientific knowledge and achievements in technology because they are interwoven processes each other and interdependent. Another point that guided the study was the close relationship between scientific and technological development and market for nanotechnologies fall into this relationship.

Keywords: Sociology, Nanotechnology, Food, Social Impacts

Introdução

Os avanços no campo da ciência e da técnica têm fomentado a necessidade de se estabelecer novas fronteiras de diálogos entre as diferentes áreas do conhecimento, desafiando as ciências sociais a buscar novos paradigmas analíticos para poder compreender os novos cenários sociais decorrentes das transformações em curso. É necessária uma reflexão sobre novos paradigmas para que se possa de fato compreender e explicar as mudanças que ocorrem no mundo moderno frente aos novos valores sociais e culturais, e frente à formação de um novo imaginário social fruto das mudanças rápidas que ocorrem e dos desafios decorrentes dos novos cenários produzidos pelo desenvolvimento técnico e científico. Se quisermos encontrar novas pistas

para o conhecimento devemos, antes de tudo, ir de encontro ao reducionismo que ainda persiste no pensamento acadêmico e que não raro permeia o pensamento de muitos tecnocratas, burocratas, administradores e de muitos outros estudiosos e profissionais que se julgam livres destas amarras.

O fato é que vivemos um tempo de mudanças céleres, como afirmava Marx no Manifesto do Partido Comunista², estas transformações estão diretamente ligadas aos avanços no campo da ciência e da técnica, ou seja, da tecnociência e têm alterado direta ou indiretamente a vida de grandes massas populacionais no mundo, além de fomentar a necessidade de se estabelecer novas fronteiras de diálogos entre as diferentes áreas do conhecimento, como é o caso das ciências sociais, e da sociologia em particular; que terão que buscar o diálogo com novos paradigmas analíticos para darem conta de compreender e explicar os novos cenários sociais decorrentes das transformações em curso.

Acredito que temos que adotar uma perspectiva transdisciplinar para que se possa compreender e explicar as mudanças que ocorrem nesta nova etapa da modernidade marcada, entre outros fatores, por novos cenários produzidos pelas novas tecnologias, como é o caso das nanotecnologias.

Deixamos a modernidade sólida com todas as suas promessas e expectativas de construção de um futuro promissor, de segurança, certezas, para vivermos a era da modernidade líquida (Bauman, 2010), fluídica, em que não há qualquer tipo de estabilidade que nos dê perspectiva de segurança, de continuidade. A marca dos novos tempos, do tempo presente, é a instabilidade, a incerteza, a mudança constante e célere de tudo a nossa volta. Nada é para durar muito, nem os bens materiais, nem os valores e sentimentos.

2 Ficou como marco a frase “tudo que é sólido se desmancha no ar”, a respeito dessas mudanças.

Na era da modernidade sólida “vivia-se para os filhos e para os netos. Os horizontes eram distantes, e era normal e natural antecipar cem anos no futuro... Quem hoje se atreveria a antecipar cem anos?” (Dyson, 1998, p. 12). Para Dyson “cem anos é o limite extremo da previsibilidade técnica.” Qualquer tecnologia isolada, como a do carvão, do vapor, da eletricidade, da computação ou do ADN recombinante, não ultrapassa muito esse limite antes de ser ofuscada pela que lhe sucederá.

Daqui a cem anos, a engenharia genética e a inteligência artificial terão amadurecido e estarão prontas para ser suplantadas por outra coisa, talvez a radiotelepatia. Não podemos prever quais serão as novas tecnologias para além de cem anos, pois dependerão de descobertas científicas que ainda não foram realizadas (Dyson, 1998, p. 112).

Vivemos um tempo de incertezas diante da certeza de que tudo pode ser possível, até o não imaginável. E, justamente porque tudo pode ser possível e porque as revoluções científicas não garantem a aplicação desse conhecimento para o bem coletivo, é preciso que a questão ética permeie o debate sobre as consequências reais para o futuro da humanidade decorrentes das novas tecnologias, no caso da presente comunicação, das nanotecnologias aplicadas à alimentação.

Outro ponto a ser considerado é que a medida em que a produção é potencializada pelo avanço tecnocientífico, cresce a oferta de novos e diferentes produtos no mercado, o que gera necessidades sempre crescentes e impulsionadas por um modelo de vida calcado no desejo, no consumo e na volatilidade das coisas (Bauman, 2001, 2013). Há uma interdependência entre tecnologia e sociedade, bem como uma estreita relação entre a produção de conhecimento, as novas tecnologias e o mercado (cf. Sarewitz e Woodhouse, 2006).

Como afirma Morin (1996), a ciência não é apenas científica. A realidade da ciência é multidimensional, seus efeitos são pro-

fundamente ambivalentes (Morin, 1996), ela é intrínseca, histórica, sociológica e eticamente complexa. Não pode ser interpretada por um pensamento simples, mas implica um pensamento complexo e uma dialógica constante entre as fronteiras do saber, entre os diversos atores envolvidos direta e indiretamente no processo.

O desenvolvimento das nanotecnologias prende-se a essa lógica conceitual, pois não se restringe somente a cientistas e tecnólogos, é um processo que deve e vem sendo negociado, ou melhor, pactuado com outros atores como empresários, consumidores, sindicalistas, trabalhadores, gestores públicos e ambientalistas, em uma longa série de sucessivas aproximações dos interesses envolvidos.

Quanto à relação entre nanotecnologias e sociologia, partimos da premissa de que se a adoção de uma nova tecnologia impacta a malha social e as interações entre seus membros, esta constitui uma questão política e deve estar aberta ao exame das ciências sociais, com ênfase à sociologia e este é o caso das nanotecnologias (Silva; Premebida; Calazans, 2012). Por outro lado, não devemos nos esquecer de que os processos de pesquisa científica e de inovação tecnológica sempre foram alvo de um conflito de interesses políticos, pois a ciência como produto humano não é neutra, está dirigida aos interesses dos que investem em sua produção e desenvolvimento. Os engenheiros e os tecnólogos envolvidos na inovação têm visões específicas de uma sociedade futura com grandes implicações políticas (Gould, 2005).

O que nos guarda o futuro em termos de alimentação? Conseguiremos enfim solucionar o problema da fome no mundo? A comida 3D será o alimento do futuro? Muitas outras indagações podem ser feitas, pois é possível diante dos avanços científicos nessa área especular à vontade. Na busca de refletir sobre o emprego dessa nova tecnologia na produção de alimentos partimos da seguinte indagação: Você sabe o que está comendo?

Nanotecnologia e alimentos: certezas e incertezas

O princípio da incerteza, que caracteriza a modernidade, paira sobre os avanços no campo da tecnociência, como bem coloca Santos Junior: “o avançar da ciência expõe a sociedade a novas incertezas, fruto dessa busca pelo “admirável mundo novo, promovendo a participação do público em seus debates” (Santos Junior, 2013, p. 15). Essa incerteza está presente quando o tema se refere à aplicação da nanotecnologia na produção de alimentos.

Por isso a pergunta acima é pertinente e deveria ser feita às pessoas quando estas estiverem diante de um prato de comida, ou comprando alimentos nas lojas, mercados e supermercados. Sabemos o que estamos comprando? Sabemos ou temos curiosidade de saber como esses alimentos foram produzidos? Sabemos o que é um *nanofood*? O que são nanotecnologias? Será que esses produtos estão isentos de perigo para nossa saúde e o meio ambiente? Que garantia temos? Como identificar um produto resultado do emprego de nanotecnologia em alguma etapa de sua produção? Onde fica o nosso direito de escolha como consumidores?

Um ponto a ser considerado a respeito das peculiaridades da nanotecnologia,³ e as incertezas que a cercam, vem do fato de que as características físicas, químicas, óticas, elétricas e magnéticas de materiais convencionais são alteradas quando reformulados em escalas operadas até, digamos, 100nm. Em tal dimensão a área superficial de uma mesma massa é maior, oferecendo a possibilidade de reatividade química e efeitos físicos (quânticos) in-

3 A nanotecnologia não é, em essência, uma tecnociência própria, mas a possibilidade de manipular tecnicamente os elementos constituintes da matéria em escala nanoscópica, isto é, elementos com nanômetros de diâmetro. Nano é uma medida, não um objeto (Von Hohendorf, 2014). Um nanômetro equivale a um bilionésimo de metro ($1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$). As nanotecnologias surgem como uma dessas tecnologias com potencial transformador, indutoras de inovação, reestruturação competitiva da economia e condicionadora de mudanças nas formas como indivíduos atuam nas interações com o mundo tecnológico.

comuns em escalas maiores. Na escala nanométrica os materiais começam a exibir propriedades únicas que afetam seus comportamentos físicos, químicos, biológicos e, conseqüentemente, toxicológicos. Por exemplo, o ouro muda de cor em vários níveis nano. Muda até seu ponto de fusão. Em escala macro ele funde a 1064°C, dividido em partículas de 5 nm (nanômetros) ele pode fundir a cerca de 830°C, enquanto partículas de cerca de 2 nm pode ficar líquidas a 350°C (Cortie, 2004).

Como esclarecem as pesquisadoras da FUNDACENTRO⁴ ao analisarem os potenciais riscos aos trabalhadores em relação às nanotecnologias, **é preciso saber que** na medida em que a matéria é reduzida à escala nanométrica, as suas propriedades começam a ser dominadas por efeitos quânticos. Apenas com a redução de tamanho e sem alteração de substância, verifica-se que os materiais apresentam novas propriedades e características como resistência, maleabilidade, elasticidade, condutividade e poder de combustão.

Assim, conhecer as características das substâncias em tamanho maior não fornece informações compreensíveis sobre suas propriedades no nível nano. Um material considerado “seguro” para ser manuseado em tamanho maior, pode facilmente penetrar na pele na forma de nanopartículas ou se tornar um aerossol e entrar no organismo via respiratória (Arcuri, Viegas, Pinto, 2014, p. 98).

Embora as nanotecnologias estejam cercadas de incertezas quanto aos potenciais danos que possam acarretar à saúde humana e ao meio ambiente, já pode ser comprovada sua variada aplicação, tanto em termos de fármacos para o tratamento de inúmeras doenças, com destaque para alguns tipos de câncer, como em outras áreas como: produção alimentar, construção

4 Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho, São Paulo. www.fundacentro.gov.br

civil, fabricação de filtros para a despoluição de rios, mares e oceanos, dessalinização das águas, mecatrônica, indústria da guerra, robótica, entre outras. Essa vasta gama de aplicação e que, ao longo de poucos anos poderá aumentar, não pode ser ignorada.

A urgência do abraço a essas inovações, contudo, **não deve anular o senso de prudência que norteia o contato humano com novidades potencialmente danosas, como adverte Engelmann (2010)**, pois ao mesmo tempo em que há estudos apontando para os benefícios potenciais da nanotecnologia, outros ressaltam os riscos, que não podem ser ignorados. A cautela nesse caso é claramente necessária. Essa cautela não necessariamente imobiliza como criticam os que afirmam o prevalecer da urgência sobre a prudência em sociedades capitalistas em competição acirrada. A cautela apenas exige que se enxergue bem o chão em que se corre.

Esse é o caso brasileiro e de outros países também emergentes quanto à produção industrial, que buscam a abertura de novos mercados para seus produtos. O desenvolvimento das nanotecnologias é importante para os mesmos, não só do ponto de vista econômico, mas também do ponto de vista dos avanços na área da saúde, na produção alimentar, na construção civil, entre outras (Silva, Engelmann, Calazans, 2014).

As pesquisas agrobiotecnológicas avançam nas áreas de alimentação, energia e biomateriais. Os enclaves de alta tecnologia já não são apenas os laboratórios, mas paisagens ditas naturais, como as plantações. O conjunto de premissas de uma cidadania ecológica está conectado ao acesso desigual à saúde e infraestrutura pensada para remediar riscos tecnológicos. No caso das nanotecnologias, elas já são parte integrante da indústria de alimentos e biocombustíveis. Os alimentos derivados de procedimentos nanotecnológicos ou que incorporem estas tecnologias (geralmente nanomateriais) em algum ponto da cadeia produ-

tiva, como embalagens (Joseph & Morrison, 2006), configuram um novo desdobramento dos debates sobre alimentação, comida e tecnologias, tal como os transgênicos.

Como já afirmamos, há uma estreita relação entre os avanços no campo tecnocientífico e o mercado, assim quando falamos de produção de alimentos, seja *in natura*, seja industrializado, estamos falando igualmente dos interesses de mercado e devemos agregar nesta discussão os custos socioeconômicos em relação aos danos provocados no meio ambiente a curto, médio e longo prazo. A produção de alimentos transgênicos em larga escala, como é o caso da soja, por exemplo, não deve apenas ser questionado em termos de benefício ou prejuízo à saúde dos consumidores, mas também em relação aos danos e custos socioambientais, em especial o desgaste dos solos⁵, a expulsão dos pequenos produtores familiares e o uso dos recursos hídricos. O caso do emprego da nanotecnologia na produção alimentar também deve ter essa preocupação, uma vez que não temos até o momento certeza quanto aos seus possíveis impactos. Como já foi colocado, os efeitos toxicológicos das nanotecnologias ainda são uma incógnita a desvendar e não temos um marco legal para que esta questão possa ser administrada (Engelmann, Wilson & Silva, Tania Elias, 2013).

Ao abordarmos a relação alimentação e nanotecnologia é bom que não esqueçamos a polêmica que fomenta os debates em torno dos alimentos transgênicos anunciados e defendidos como capazes de solucionar o problema alimentar no mundo (o que até o presente momento não ocorreu), por sua maior resistência a pragas e melhoria das espécies cultivadas com melhor rendimento. Contudo, parece que não é o que vem ocorrendo, como podemos verificar na matéria “Novas pragas ameaçam soja e outras culturas” que destaca uma lista elaborada pela Embra-

5 Ver a esse respeito: ZIEGLER, Jean. Destruição em Massa. Geopolítica da Fome. (2013) São Paulo: Cortez Editora.

pa – Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias – sobre 19 insetos que atacam a agricultura global e que podem chegar às lavouras brasileiras:

A agricultura brasileira está vulnerável ao ataque de outras novas e perigosas pragas além da lagarta helicoverpa armigera, que devastou parte dos campos do país há dois anos, deixando um prejuízo de mais de R\$ 2 bilhões aos produtores rurais. A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) lista pelo menos 19 ameaças reais somente à soja. Devido à extensão territorial que ocupa, a cultura pode ser ponte para os invasores ataquem plantações de outros produtos, como milho, algodão e feijão. No ano passado, a soja foi cultivada em 31,9 milhões de hectares, 55% da área dedicada aos grãos. A chegada dos novos insetos está relacionada, na maioria das vezes, à atividade humana. O comércio de mercadorias e o fluxo de pessoas entre países elevam as chances de disseminação das pragas. “Existem vários casos de entrada de uma espécie, que se estabelece em plantas espontâneas e, ao longo do tempo, ela se adapta às condições locais e evolui. O bicudo-do-algodoeiro, por exemplo, foi detectado pela primeira vez no Brasil em Campinas, em plantas nos arredores do aeroporto. Mais tarde, a praga inviabilizou a cultura do algodão em algumas regiões do país”, lembra o entomologista da Embrapa-Soja, Samuel Roggia.⁶

Em relação às controvérsias que cercam “as certezas” sobre os grãos transgênicos como mais resistentes a pragas e sua garantia de maior rentabilidade, portanto de lucro, em junho de 2015 foi divulgada uma matéria sobre uma erva daninha que vem destruindo os alçodoais do Centro-norte do Mato Grosso, e que pode atingir lavouras de soja e milho. Essa planta foi identificada como sendo *Amaranthus palmeri* e, segundo a matéria, a planta é um tipo de cururu com origem em regiões áridas do norte do México e centro sul dos Estados Unidos.

6 <http://groups.google.com/group/transgen-ufrij> acessado em 15/05/2016

De acordo com os pesquisadores, além do algodão, a praga pode aparecer em lavouras de soja e milho. A perda de rendimento pode chegar a 77%, 79% e 91%, respectivamente. A planta se caracteriza pela reprodução rápida e possível mesmo sem polinização. Além disso, encontra ambiente propício em locais de clima quente e já demonstrou resistência a herbicidas e inibidores, o que torna seu manejo mais difícil.⁷

Ao falarmos de alimentação é preciso considerar todo o processo que marca a cadeia alimentar, desde a seleção de semente, preparo do solo, tipo de manuseio utilizado, agrotóxicos, a quantidade de água a ser utilizada, as fontes a serem utilizadas, etc. No caso brasileiro é preciso estar atento também à facilidade com que a legislação restritiva é alterada, como o veiculado em matéria assinada por Reynaldo Turollo Junior, no jornal Folha de S. Paulo, em 02/07/2015, intitulada “Governo contraria a lei e libera uso de agrotóxico mais nocivo à saúde”.

Segundo a matéria, a agência quando procurada pela Folha, justificou a liberação como sendo um “erro”. Afirmou que o produto foi classificado como mais tóxico porque não conseguiu fazer os testes corretamente. Agora, mesmo sem parte dos exames, a Anvisa vai reclassificar o produto como menos nocivo, a fim de regularizá-lo. A matéria ainda destaca que para que um defensivo agrícola possa ser comercializado, é necessário a aprovação do Ibama (órgão ambiental), da Anvisa (saúde) e do Ministério da Agricultura, que avalia a eficácia agrônômica e, por fim, emite o registro. Esse é um exemplo dos muitos casos que existem.⁸

Nanotecnologias e a questão dos riscos

As nanotecnologias estão em processo crescente de instalação nas pesquisas científicas, na produção industrial e disponibil-

7 <http://groups.google.com/group/transgen-ufrj> acessado em 15/06/2016

8 Sobre essa e outras matérias consultar <http://groups.google.com/group/transgen-ufrj>.

zação de produtos no mercado consumidor. Contudo, a questão regulatória ainda está em aberto, e para que possamos ter um marco regulatório que dê segurança ao consumidor e ao trabalhador, as maravilhas da tecnociência nanotecnológica ainda precisam ser melhor analisadas, especialmente para que se conheça mais sobre os efeitos nanotoxicológicos. Nessa linha de raciocínio, são considerados também os alimentos oriundos da transgenia e o que se anuncia para o futuro: a manufatura molecular de alimentos e fibras que, segundo os especialistas, não necessitarão mais da natureza para serem produzidos.

É preciso que se esteja atento ao excesso de otimismo, como se as nanotecnologias estivessem ausentes de riscos e pudessem solucionar todos os nossos problemas. Este otimismo ou excesso de esperança decorre do que tem sido veiculado na imprensa frente aos avanços das pesquisas nessa área, que parece prometer um novo tipo de revolução científica e industrial (Gallo, 2007). Como alerta o coordenador da Rede Brasileira de Pesquisa em Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente, o sociólogo Martins (2005), está havendo uma tendência quase paranoica de se ver na nanotecnologia a salvação de todos os males, como “a bola da vez”, “a portadora de uma nova revolução industrial”, e não há como negar isto, mas é preciso refletir também acerca da advertência que ele faz de que esta tecnologia não está, nem deve estar, acima das críticas sobre os perigos, que junto com os benefícios, pode trazer.

Sobre o conceito de risco concordamos com o pensamento de Beck (2011) ao afirmar que na modernidade tardia, a produção social de riqueza é acompanhada sistematicamente pela produção social de riscos.

Consequentemente, aos problemas e conflitos distributivos da sociedade da escassez sobrepõem-se os problemas e conflitos surgidos a partir da produção, definição e distribuição de riscos científico-tecnologicamente produzidos (Beck, 2011, p. 23).

A questão dos riscos está presente nas pautas de discussão sobre o emprego das nanotecnologias, ao lado dos possíveis benefícios, ou seja: O que há de desconhecido por trás das maravilhas anunciadas e em alguns casos já comprovadas? Em relação ao emprego dessa tecnologia nos tratamentos médicos, por exemplo, a nanotecnologia torna possível a fabricação de remédios mais eficientes e aumenta a disponibilidade técnica sobre o funcionamento do corpo humano, o que pode se traduzir também em aumento da mercantilização da saúde humana, pois a medida que a nanotecnologia aumenta a expectativa de vida de quem pode arcar com os custos do tratamento, a desigualdade econômica traduzida em desigualdade de acesso a tratamentos médicos e remédios fica mais evidente. Do mesmo modo, pode trazer novos riscos à saúde que ainda não foram devidamente considerados, diante da euforia dos avanços farmacológicos (Silva, Premebida, Calazans, 2014).

Como podemos concluir, sempre há uma questão pendente quando o tema volta-se para as conquistas resultantes da inovação científica e tecnológica e a possibilidade de ampliar a oferta de produtos no mercado. No caso das nanotecnologias não é diferente, pois como afirma Morin (2005) ao tratar da relação ciência, ética e sociedade:

A ciência produziu uma extraordinária potência associando-se cada vez mais estreitamente com a técnica, cujos desenvolvimentos ininterruptos impulsionam de maneira ininterrupta a economia. Todos esses progressos ligados transformam em profundidade as sociedades. Assim, a ciência é onipresente, com interações-retrações incontáveis em todos os campos, criadora de poderes gigantescos e totalmente impotente para controlá-los. O vínculo ciência/técnica/sociedade/política é evidente. A época em que os juízos de valores não podiam interferir na atividade científica está encerrada (Morin, 2005, p.71).

Por isso a pergunta que norteia este artigo tem que ser feita: você sabe o que está comendo? É importante que o consumidor

saiba o que está comprando. No caso brasileiro, por exemplo, em relação aos produtos oriundos da transgenia, eles trazem um T dentro de um triângulo amarelo para alertar que se trata de um produto que contém transgênicos⁹. Recentemente, foi apresentado pelo pesquisador Edilson Gomes de Lima uma proposta de identificação dos produtos que contenham nanotecnologia e que não custariam nenhum investimento aos produtores:

É muito simples, basta indicar o símbolo universal de atenção o triângulo com a sigla: Nx no rótulo do produto bem visível. Logo, Nx quer dizer: A letra N indica que o produto contém nanotecnologia e o x minúsculo indica um chamado no verso do rótulo, para especificar o tipo de nanotecnologia em questão, logo o produto caracterizado que é composto, e em que parte do produto há essa tecnologia, além de informações técnicas sobre tecnologia e até dimensionais, de acordo com a necessidade de cada produto, empresa e setor. Podendo ser em combinação com produtos existentes no mesmo.¹⁰

Apesar do pesquisador alegar que “ficou fácil identificar seu produto contendo nanotecnologia”, cabe ressaltar que o público em geral ignora o que seja nanotecnologia e seus possíveis danos

9 Essa obrigatoriedade já foi retirada pela Câmara de Deputados e seguiu para a apreciação pelo Senado Federal, mas como alerta a pesquisadora Renata Amaral: “A presença do DNA transgênico não é detectável por análise em alimentos processados. Isso significa que, caso a proposta seja aprovada, muitos produtos hoje rotulados passarão a não ser. Já não bastasse a entrada vertiginosa dos transgênicos no país - não só em sementes, mas também em mosquitos -, agora é a vez do direito do consumidor ser colocado à prova. Dessa vez, em relação à rotulagem dos alimentos que contêm ou foram produzidos com OGMs (Organismos Geneticamente Modificados). Após anos tentando colocá-lo em pauta, o PL (Projeto de Lei) nº 4.148/08, do Deputado Luiz Carlos Heinze, que retira a obrigatoriedade de rotulagem de transgênicos, foi aprovado na Câmara dos Deputados e agora espera por apreciação do Senado. Essa proposta que tramita no Senado é uma violação ao direito à informação, à alimentação saudável e ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, previstos no Código de Defesa do Consumidor e na Constituição Federal. In: <http://www6.ensp.fiocruz.br/visa/?q=node/6701> Acessado em 27/01/2016.

10 O símbolo pode ser visualizado no link: https://nanoebio.files.wordpress.com/2014/11/nx_.jpg

e mesmo tratando-se de um público especializado no assunto, não há certezas em relação aos riscos, como alerta um grupo de pesquisadoras da Fundacentro:

Ainda não há consenso sobre quais métodos de análises serão capazes de identificar a toxicidade associada com as propriedades físico-químicas dos nanomateriais manufaturados, embora já haja algumas recomendações por órgãos como a ISO, uma organização internacional não governamental (ONG) que reúne entidades nacionais de normas técnicas, como a ABNT, de mais de 160 países. Esta ONG possui um grupo técnico, ISO/TC 229, voltados ao estabelecimento de regulamentações e recomendações técnicas em nanotecnologias. Alguns destes textos visam estabelecer ou recomendar critérios para caracterização e estudo de toxicidade de nanomateriais (ISO). Mas há ainda outros tipos de riscos, muito mais difícil de serem avaliados, relacionados à substituição de algumas ocupações por máquinas controladas por nanochips, ao aumento da mecanização com aumento da exigência de capacitação para o trabalhador, seja rural seja na indústria e até no comércio de alimentos (Arcuri, Viegas, Pinto, 2014, pp. 116-117).

O símbolo para nanotecnologia, segundo o seu criador, pretende dar ao consumidor a possibilidade de escolha em relação ao consumo deste tipo de produto.¹¹ A iniciativa está ancorada no princípio do direito à informação. Embora o direito à informação seja importante e deva prevalecer, é bom que se ressalte que, não raro, os consumidores o ignoram e compram o produto pelo preço ou tradição da marca como se isto fosse garantia de um produto saudável. Estamos lidando com uma questão cultural, pois os hábitos alimentares são culturais e não raro resistentes a serem modificados. As pessoas podem também ser influenciadas e se deixar levar pelo poder de persuasão da propaganda e passar a consumir determinado produto não apenas pela marca, pela tradição, mas pelo que o produto promete ao consumidor,

11 <https://nanoebio.files.wordpress.com/2014/11/nx.jpg> acessado em 27/01/2016

até pelo que ele representa em termos *status* social, bem como pela persuasão resultante da propaganda, que cria e alimenta o imaginário social.

Ora, nada mais convincente do que a chancela de um especialista para fazer a divulgação de um produto e garantir seus benefícios, não é à toa que para vender um creme dental, um remédio, um produto cosmético etc., seja utilizada a figura e depoimento de um profissional da área, vestido a caráter (em geral de jaleco branco como símbolo de cientista) e em seu consultório, ele representa a chancela científica do que se anuncia e a garantia de um bom produto, um produto seguro, confiável, este tipo de apelo, antes restrito a produtos relativos à saúde, vem sendo utilizado pelas indústrias alimentares.

Nanotecnologia e alimentação

As maiores áreas da indústria de alimentos beneficiadas com a nanotecnologia são, segundo Assis, L. M. et al. (2012): desenvolvimento de novos materiais funcionais, processamento em micro e nanoescala, desenvolvimento de novos produtos e nanossensores para a segurança alimentar. Várias aplicações da nanotecnologia tornaram-se aparentes, incluindo o uso de nanopartículas lipídicas sólidas (NLS), nanoemulsões, nanocápsulas e o uso de nanocompósitos para a embalagem de alimentos. (Op. Cit. p. 101)

As pesquisas nessa área estão buscando formas de transportar nutrientes através de nanomateriais, embalagens baseadas em nano que conservam melhor o sabor e a durabilidade, e nanoinredientes, que podem se arranjar de diferentes modos de acordo com estímulos externos específicos, como um micro-ondas¹².

12: In: Small Times. ALIMENTOS: Nano comestível é a nova fronteira. Disponível em: http://www.smalltimes.com/document_display.cfm?document_id=3989 - 15.06.11. Acessado em 26/01/2016.

Se as pesquisas forem bem-sucedidas, o alimento poderia alterar cor, sabor e nutrientes de acordo com os requisitos de cada consumidor. Também poderiam ser desenvolvidos filtros para eliminar toxinas ou mesmo modificar sabores retendo substâncias de acordo com o formato de suas moléculas. Uma última possibilidade a ser desenvolvida seria a elaboração de embalagens que podem detectar quando seus conteúdos estão estragados e mudar a cor para assim avisar os consumidores. Tudo isso depende do desenvolvimento das pesquisas em curso, algumas já com resultados promissores. Se fizermos um recorte sobre os nanoalimentos, podemos incluir nesta definição não só alimentos e bebidas que têm nanopartículas em sua composição, mas também tudo o que entrar em contato com alimentos e bebidas, como rações, vacinas, pesticidas, embalagens, etc.

São exemplos de nanoalimentos: a) nanopartículas e nanocápsulas que são agregadas aos alimentos e bebidas com o objetivo de mudar seu sabor e a textura (já usadas por marcas como Nestlé, Unilever, por exemplo); b) nanopartículas adicionadas na ração de frangos, com efeitos antibióticos; c) pesticidas, que podem facilmente ser absorvidos por plantas; d) vacinas para tratamento de peixes; e) embalagens de alimentos, com o objetivo de ampliar a validade, controlar variação de temperatura, proteger alimentos contra fungos e bactérias, etc. (Behar; Fugere; Passoff, 2013).

Buzby (2010) apresenta outros exemplos de produtos que contêm nanopartículas: a) óleo de Canola ativa produzido por Israel, indicado para inibir o transporte do colesterol na corrente sanguínea e permitir uma maior penetração de vitaminas, minerais e fitoquímicos que são insolúveis em água ou gordura; b) chá da China que afirma produzir benefícios à saúde; c) *shake* de chocolate dos Estados Unidos usado numa avançada forma de cacau para acrescentar sabor sem acrescentar açúcar.

É grande a variedade de materiais utilizados em nanoalimentos. A nanoprata, por exemplo, é muito utilizada por seu efeito anti-

bacteriano. Produtos com nanoplata já estão no mercado: são alimentos, utensílios de cozinha, refrigeradores ou embalagens para guardar alimentos. Contudo, há controvérsias quanto ao uso da nanoplata por seus possíveis efeitos nocivos à saúde humana. Embora não possamos afirmar com segurança se existe perigo no consumo de nanoprodutos, estes estão sendo desenvolvidos e colocados à venda no mercado, sem que se possa garantir isenção de risco à saúde e ao meio ambiente. Ou se, existindo riscos, estes poderiam ser controlados de alguma forma.

A incerteza sobre os efeitos das nanotecnologias tem gerado uma série de relatórios, projetos de leis, recomendações pelo mundo. Alguns países apresentam uma resistência maior à comercialização dos nanoprodutos, enquanto outros estão empolgados com os benefícios e a possibilidade de desenvolvimento que a nanotecnologia pode proporcionar. (Silva, Wengelman, Calazans, 2014) Na Europa, por exemplo, é difícil encontrar textos favoráveis às nanotecnologias fora das esferas científicas, enquanto que, nos Estados Unidos, a população está mais interessada nos avanços técnicos e científicos. Na Ásia, o desenvolvimento das nanotecnologias traz esperança de desenvolvimento econômico (Joachim e Plévert, 2009).

Enquanto não temos uma legislação adequada por falta de pesquisas que atestem a periculosidade ou não dos produtos resultantes do emprego de nanotecnologia, cada vez mais eles estão no mercado em meio a propagandas destacando suas qualidades e benefícios, é o caso divulgado em 12/06/2015 pela Agência FAPESP sobre o aumento da validade do leite fresco, graças ao emprego de nanotecnologia na embalagem plástica.

A Agrindus – empresa agropecuária situada em São Carlos, no interior de São Paulo – conseguiu aumentar de 7 para 15 dias o prazo de validade do leite fresco pasteurizado tipo A que comercializa com a marca Letti em 45 cidades do Estado de São Paulo. A façanha foi alcançada por meio da incorpo-

ração de micropartículas à base de prata, com propriedades bactericida, antimicrobiana e autoesterilizante, no plástico rígido das garrafas usadas para envasar o leite produzido pela empresa. A tecnologia foi desenvolvida pela Nanox – uma empresa de nanotecnologia também sediada em São Carlos, apoiada pelo Programa FAPESP Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (PIPE) e uma spin off do Centro de Desenvolvimento de Materiais Funcionais (CDMF), um dos Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão (CEPIDs) financiados pela FAPESP.¹³

Segundo o depoimento do diretor da Nanox ao responsável pela matéria, a empresa já tinha conhecimento que a aplicação do material antimicrobiano e bactericida que desenvolvem em plásticos rígidos ou flexíveis usados para embalar alimentos melhora a conservação e aumenta o *shelf life* [vida útil] dos produtos, e esta foi a razão para fazer um teste com o plástico das garrafas de polietileno usadas para envasar leite fresco tipo A.

O próximo passo, segundo a matéria, é ganhar novos mercados, por isto afirma o diretor entrevistado: “Estamos dando entrada no registro do produto na EPA [*Environmental Protection Agency*, a agência de proteção ambiental norte-americana] para conseguir abranger uma parte maior do mercado norte-americano”. Quanto às questões regulatórias, o entrevistado esclarece que:

Como ainda não há uma legislação clara tanto nos EUA como no Brasil sobre a aplicação de partículas em escala nanométrica (da bilionésima parte do metro) em produtos em contato com alimentos, a empresa adota processos de nanotecnologia que resultam em partículas à base de prata em escala micrométrica.

13 Disponível em: http://agencia.fapesp.br/empresa_paulista_dobra_prazo_de_validade_de_leite_fresco_pasteurizado/21325/

Além dessa empresa, o material também está sendo testado por outras duas indústrias de laticínios distribuidoras de leite fresco em garrafas de plástico, em São Paulo e em Minas Gerais, e por empresas na região Sul do país que comercializam leite *in natura* em embalagens plásticas flexíveis (saquinhos). A matéria também destaca outros inúmeros usos da nanotecnologia, não relacionados a alimentos.

São realmente inúmeras as possibilidades de conquistas no campo alimentar graças ao emprego de nanotecnologia, contudo estas vêm acompanhadas de riscos como já afirmamos, mas os riscos ou o cuidado que devemos ter em relação a esses produtos quase nunca são mencionados, o que se divulga e enaltece são os resultados promissores das pesquisas sobre a aplicação da nanotecnologia na cadeia de alimentos, iniciando na agricultura, desde o preparo do solo, do plantio, com a seleção de sementes e o emprego de fertilizantes e bactericidas, até a industrialização e fabricação de novos tipos de comida, bem como de embalagens mais seguras frente à contaminação bactericida. É possível, graças ao emprego da nanotecnologia, alterar a cor, o sabor, a resistência e consistência, bem como a estética do alimento.¹⁴

Os horizontes que se apresentam para o emprego das nanotecnologias na cadeia alimentar parecem ser infinitos, e é exatamente neste ponto que se situa o problema, pois não há nenhuma referência aos cuidados que se deve ter em relação a esses produtos, tendo-se em conta que este ainda é um campo em estudo e com muitas incógnitas a serem respondidas. Ainda não se tem como saber se há ou quais são os possíveis efeitos tóxicos desse tipo de alimento e a extensão destes efeitos gerados a partir do momento em que as nanopartículas interagem com o

14 Vide a respeito do emprego da nanotecnologia na produção alimentar, entre outros, o artigo "Nanotecnologia na Cadeia do Alimento" in: Silva, Tania Elias M e Waissmann, William (org.). Nanotecnologias - Alimentação e Biocombustíveis. Um olhar Transdisciplinar. Aracaju: Criação Ed., 2014. (pp.147-172)

meio ambiente e o ser humano. Bem como carecemos de uma legislação apropriada aos produtos nano que deem segurança aos consumidores de que estão comprando um produto seguro para a saúde humana e o meio ambiente.

Enquanto o debate entre os defensores e detratores dos *nanofoods* continua sem resposta e se soma ao debate sobre os transgênicos, relatório da OECD aponta que inovações no setor agrícola envolvendo a decodificação e análise de DNA poderia capacitar agroempresas a prever, controlar e melhorar a produção. Com tecnologia para manipulação de moléculas e átomos de alimentos, a indústria alimentar teria poderoso método para produzir com qualidade e precisão, a baixos custos, e melhorando a sustentabilidade. A combinação de DNA e nanotecnologia poderia gerar novos sistemas de nutrição com o objetivo de carregar substâncias em partes específicas do corpo humano. São os chamados “OAM – Organismos Atomicamente Modificados”, que causarão um debate ainda mais intenso (Silva e Waissamann, 2014).

Embora alguns autores defendam que a manipulação atômica de organismos vivos é impossível¹⁵, já existem experiências em curso a este respeito. Na Tailândia, por exemplo, cientistas do Laboratório de Física Nuclear da Universidade de Chiang Mai reordenaram o DNA do arroz, por perfuração de um buraco na escala nano através das paredes e membranas celulares do arroz, e inseriram um átomo de nitrogênio. Até agora, eles foram capazes de mudar a cor do grão, de púrpura para verde (OP. Cit. 2014).

15 Segundo Joachim e Plévert (2009), esses OAM não têm nenhum fundamento técnico ou científico. Atualmente seria impossível essa forma de manipulação. São apresentados como organismos vivos modificados átomo por átomo, ou seja, após as manipulações genéticas, seria a vez das manipulações atômicas. A associação desse termo tem o objetivo de associá-lo à técnica de manipulação átomo por átomo dos OGM, para criar uma ligação entre ambos.

Regulação e Ética

A grande preocupação dos fabricantes em relação aos chamados *nanofoods* é que estes possam ser rejeitados, como os que utilizam organismos geneticamente modificados em sua composição, como apontado por um estudo da *Food Standards Agency* (FSA), agência britânica de regulação de alimentos¹⁶. Segundo os pesquisadores, o único modo de reverter essa tendência seria lidar adequadamente com a percepção dos riscos envolvidos (Silva; Engelman; Calazans, 2013).

Apesar da constatação acima, a indústria dos alimentos, em sua maioria representada por multinacionais, parece ser contrária a qualquer tipo de regulação, exemplo disto é a reação que foi desencadeada frente a publicação do Guia Alimentar para a População Brasileira, de 2014. O Guia foi considerado “um golaço” do Ministério da Saúde, tendo sido elogiado por muitos especialistas que conhecem bem o poder das indústrias alimentícias no Brasil, conforme revela matéria publicada em 23/06/2015 e assinada por Francine Lima no canal docampoamesa.com.br.

A referida matéria chama a atenção para a reação das indústrias alimentícias a respeito do Guia e destaca: A indústria de alimentos está incomodadíssima com o guia, pelo fato da publicação dizer claramente que boa parte do trabalho da indústria é tornar os alimentos menos saudáveis. A indústria está com ódio do guia. A ponto de o presidente da Associação das Indústrias de Alimentação (ABIA) chamar a equipe de pesquisadores da USP de “grupelho”, numa esperança de conseguir desqualificá-los.

16 Food Manufacture. **Riscos da Nanotecnologia indo no mesmo caminho da Transgenia, diz estudo.** Disponível em: <http://www.foodmanufacture.co.uk/Ingredients/Nanotechnology-risks-going-same-way-as-GM-FSA-study> - 15.06.11. Acessado em 26/05/2015.

A matéria relata o ocorrido na manhã de 23 de junho de 2015, em um evento de abertura da Fispal 2015, que contou com representantes dessa parcela da indústria, entre eles executivos do Ital (Instituto de Tecnologia de Alimentos, órgão público criado pelo governo do Estado de São Paulo há pouco mais de 50 anos), da ABIA e da indústria de refrigerantes. Presentes também o Secretário da Agricultura do Estado de SP e algumas jornalistas. O evento serviu de lançamento do que pretende ser um projeto ou plataforma de combate ao sucesso do Guia Alimentar, por meio da divulgação maciça de alegadas verdades científicas sobre o processamento de alimentos.

Segundo a matéria a maioria dos discursos dos palestrantes partiu da premissa de que o guia alimentar demoniza o processamento de alimentos, e comenta a articulista:

Armaram todo um escarcéu para “desmentir” uma afirmação que o guia não fez. Tive a impressão de que ninguém naquele palco havia realmente lido o guia, pois se tivessem lido saberiam que o guia faz uma distinção importante entre alimentos processados e ultraprocessados e recomenda que os processados façam parte da nossa alimentação, com o cuidado de não serem a base dela. Os ultraprocessados, sim, são vistos pelo guia como categoria a ser evitada. Em suas falas, eles se defenderam repetidamente da suposta acusação de que o processamento é “o mal”. Listaram benefícios do processamento de alimentos, colocado de forma bem genérica, para provar que a indústria é importante. Só que o guia concorda com eles nisso. O guia afirma que o processamento de alimentos, em diversos casos, é importante e deve ser bem aproveitado. Quer dizer, se estivessem lendo o guia direito e o levando a sério em vez de fingir que os pesquisadores da USP são todos uns idiotas, não haveria por que discutir. Mas a premissa falsa é necessária para a argumentação fraca dos representantes dessa indústria porque, sem ela, nada lhes resta, pelo visto. O que eles não toleram mesmo é a “invenção” (palavra do Raul Amaral, do Ital) da categoria dos ultraprocessados. Deve ser porque é muito difícil defender essa categoria. Aí partem para o ataque. Ten-

tam desqualificar os autores do guia, sem conseguir apresentar evidências científicas de que os “tais ultraprocessados” fazem super bem pra saúde. Até porque eles não entendem nada de saúde, nem de ciência. Só entendem de volume de vendas e exportações, que é o que realmente interessa a esse pessoal. E isso fica claro nas falas de alguns deles.¹⁷

Ziegler (2013) em sua obra “Destruição em Massa. Geopolítica da Fome”, denuncia os “algozes da fome no mundo” e destaca que apenas dez sociedades – entre as quais a Bayer, Aventis, a Monsanto, a Pioneer e a Syngenta¹⁸, controlam um terço do mercado mundial de sementes, cujo valor é estimado em 23 bilhões de dólares por ano e denuncia:

Atrás da OMC, do FMI e do BM, perfilam-se o governo de Washington e seus aliados tradicionais – em primeiro lugar, as gigantescas sociedades transnacionais privadas. O controle crescente que essas sociedades exercem sobre vários setores da produção e do comércio alimentares tem, obviamente repercussões consideráveis no exercício do direito à alimentação. Atualmente, as duzentas maiores sociedades do ramo agroalimentar controlam cerca de um quarto dos recursos produtivos mundiais (...) Exercem um monopólio de fato sobre o conjunto da cadeia alimentar, da produção à distribuição varejista, passando pela transformação e a comercialização dos produtos, do que resulta a restrição das escolhas de agricultores e consumidores (Op. Cit. p. 27).

É significativo apresentar os dados referentes a esse monopólio das maiores empresas em relação ao controle do mercado de alimentos no mundo, pois elas são igualmente as maiores produtoras de grãos e de produtos oriundos da manipulação genética:

17 A respeito desta matéria e de outras, vide: <http://canaldocampoamesa.com.br/2015/06/23/a-industria-unida-contra-o-guia-alimentar>.

18 Convém lembrar que muitas dessas corporações são produtoras de alimentos processados e ultraprocessados e sua extensão vai de medicamentos a alimentos, como é o caso da Bayer que recentemente comprou a Monsanto.

Dez outras sociedades, entre as quais a Cargill, controlam 57% das vendas dos 30 maiores varejistas do mundo e representam 37% das receitas das 100 maiores sociedades fabricantes de produtos alimentícios e de bebidas. E seis empresas controlam 77% do mercado de adubos: Bayer, Syngenta, Cargill, Dupont e Monsanto (2013, p. 152).

Diante de uma ordem mundial, caracterizada pela globalização da economia, dos mercados, dos interesses do grande capital, que une e separa ao mesmo tempo Estados, empresas, sociedades, culturas e interesses políticos, temos que ter consciência de que os investimentos para os avanços no campo técnico e científico não fogem a esta lógica e estão voltados para garantir seu sucesso, como fica evidente nas denúncias feitas por Ziegler (2013) acima colocadas.

Na verdade, essas grandes corporações e suas inúmeras ramificações estão presas a lógica do mercado, produzem mercadorias, *commodities* a serem lançadas nas bolsas do mundo e especuladas da melhor forma para gerar mais lucros. Como mercadorias, devem responder a necessidade de circulação cada vez mais rápida dos produtos, e garantir sua eficácia, preço, ao mesmo tempo que devem manter a fluidez e perenidade dos mesmos, ou seja, sempre inovando e tornando obsoleto o que há bem pouco tempo era considerado novo, ao mesmo tempo, deve haver um convencimento aos consumidores de que os produtos frutos das novas tecnologias, e este é o caso dos produtos que contém elementos nano em sua composição, é o que temos de mais representativo da modernidade, e por terem o *referendum* científico, são apresentados como seguros para a saúde dos consumidores.

Considerações Finais

Os avanços da tecnociência têm trazido novos desafios para o campo de estudo das ciências sociais, na medida em que conhecimentos científicos e tecnológicos de áreas de fronteira

aceleram sua entrada no mundo da vida através de inovações tecnológicas e organizacionais. Frente as inúmeras possibilidades de uso que as nanotecnologias prometem, inclusive na potencialização e avanço da engenharia genética e da mecatrônica, com a possibilidade de se avançar para uma realidade pós-humana (Quaresma, 2010, 2012), um novo campo de disputa de poder sem dúvida estará em questão.

As novas configurações sociais decorrentes de um mundo em mudança constante, marcado pela liquidez (Bauman, 2001), são cada vez mais prementes. Esse processo tem efeitos sobre as estruturas psicossociais dos indivíduos, pressionando a capacidade explicativa das teorias e ferramentas conceituais tradicionais das ciências sociais. A modernidade se nos trouxe de um lado avanços inimagináveis em termos de novas tecnologias, de outra concepção de vida social, de sujeito, não o fez sem a contrapartida de pesados ônus, como afirma Touraine (2011):

É impossível separar as conquistas da modernidade dos perigos que ela traz em seu bojo, e contra os quais ela própria deve se precaver. A modernidade destrói comunidades, a ordem estabelecida e sua estabilidade defensiva (Touraine, 2011, p. 104).

Não podemos ignorar que a vida nas sociedades industriais avançadas transformou muitas esferas de atividades cotidianas, como: varrer o chão, cortar a grama, aparar a cerca, preparar uma refeição ou mesmo lavar os pratos – em todas elas, a expertise, incorporada em instrumentos tecnológicos e em *gadgets* (dispositivos), assumiu o controle, por ter polido e afiado as habilidades antes depositadas nas mãos de todo mundo. Precisamos agora dessa expertise e dessa tecnologia para concretizar qualquer tarefa. (Bauman e May, 2010)

Essa lógica aplica-se aos alimentos, que devem chegar aos mercados prontos para o consumo e possam atender à exigência de

novidades dos consumidores. Como adverte Bauman (2010), estamos cada vez mais dependentes da tecnologia, talvez não consigamos mesmo conceber nossa vida sem os avanços neste campo e parece que não estamos contabilizando o custo ambiental resultante das mudanças geradas pelos avanços e mudanças tecnológicas, o importante dentro desta lógica é que cada vez mais elas solucionem nossos problemas e facilitem nossa vida cotidiana.

Em relação a nanotecnologias aplicadas aos alimentos, estas parecem ainda ter um longo caminho pela frente, pois é preciso aperfeiçoar os testes de nanotoxicologia para que o consumo destes produtos efetivamente possa viabilizar uma vida coletiva mais saudável. Ao lado do desenvolvimento científico e industrial haverá a necessidade de se fomentar a vontade política e econômica para que os alimentos nanoestruturados possam efetivamente chegar a todos, especialmente os mais necessitados. Caso contrário, a ciência estará incentivando uma nova forma de discriminação: entre aqueles que podem comprar alimentos produzidos à base de nanotecnologias e aqueles que continuarão sem poder acessar o exercício de um direito democrático fundamental: matar a fome com alimentos de qualidade. Esse é um desafio que margeia o desenvolvimento dos marcos regulatórios às nanotecnologias.

É preciso também considerar que embora as nanotecnologias apresentem-se como capazes de resolver muitos dos problemas humanos, será fundamental o equacionamento entre as possibilidades e os riscos, para que se possa efetivamente fazer uma avaliação concreta dos seus resultados. A análise dos impactos sociais, ambientais, humanos, políticos jurídicos e econômicos deverão ser levados a sério, sem a sobreposição de um sobre o outro.

Referências

- ASSIS, Letícia Marques de. Et al. Características de nanopartículas e potenciais aplicações em alimentos. (2012) **Brazilian Journal of Food Technology**. Campinas, V.15, N.2, p -99-109
- ARCURI, Arline S.A; VIEGAS, Maria de Fátima T. F; PINTO, Valéria R. S. Nanotecnologia na cadeia do alimento. P.147-172. In: SILVA, T.E. S. e WAISSMANN, W. (org.) **Nanotecnologias Alimentação e Biocombustíveis. Um olhar Transdisciplinar**. Aracaju: Ed. Criação, 2014.
- BAUMAN, Zygmunt. **Modernidade Líquida**. Tradução Plínio Dentzien. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2001.
- BAUMAN, Zygmunt e MAY, Tim. . **Aprendendo a pensar com a sociologia**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2010
- _____. **Does the Richness of the Few Benefit Us All?**. UK; Cambridge: Polity, 2013.
- BECK, Ulrich. **Sociedade de risco. Rumo a uma outra modernidade**. São Paulo: Editora 34, 2011.
- BEHAR, Andrew; FUGERE, Danielle; PASSOFF, Michael. **Slipping through the cracks: An Issue Briefs**. Disponível em http://www.asyousow.org/health_safety/nanoissuebrief.shtml. Acesso em 16 jun. 2015.
- BUZBY, Jean C. Nanotechnology for food applications: more questions than answers. IN: **The Journal of Consumers Affairs**. Vol. 44, N. 3, 2010, p. 528-545.
- DYSON, Freeman. **Mundos Imaginados**. São Paulo: Cia das Letras, 1998.
- ENGELMANN, W. et al. **Nanotecnologias, Marcos Regulatórios e Direito Ambiental**. Curitiba: Honoris Causa. 2010.
- FORSBERG, Ellen-Marie. ELSA and RRI – Editorial. IN: **Life Sciences, Society and Policy**, v. 11, n. 2, 2015. Disponível em: <<http://www.lsspjournal.com/content/11/1/2>> Acesso em 11 jun. 2015.
- KRUG, Harald F. Nanosafety Research - Are we on the right track? IN: **Angewandte Chemie International Edition**, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, vol. 53, p. 12304-12319, 2014.
- MARTINS, Paulo Roberto (coordenador). **Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente**. 1º. Seminário Internacional. São Paulo: Associação Editorial Humanitas, 2005.

MORIN, Edgar. **Ciência com Consciência**. Tradução Maria D Alexandre e Maria Alice Sampaio Dória. Ed. revista e modificada pelo autor. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

MORIN, Edgar. **O Método 6 – Ética**. 2. ed. Porto Alegre: Sulina, 2005.

QUARESMA, Alexandre. **Nanotecnologias: Zênite ou Nadir?** Rio de Janeiro: A. Quaresma, 2010.

QUARESMA, Alexandre. **Humano-Pós- Humano**. Rio de Janeiro: A. Quaresma, 2012.

SANTOS JUNIOR, Jorge Luiz dos. **Ciência do Futuro e Futuro da Ciência: redes e políticas de nanociência e nanotecnologia no Brasil**. Rio de Janeiro: Ed. Da UERJ, 2013.

SILVA, T. E. M., PREMEBIDA, A. & CALAZANS, D. Nanotecnologia aplicada aos alimentos e biocombustíveis: interações sociotécnicas e impactos sociais. *Liinc em Revista*, v.8, n.1, março, 2012, Rio de Janeiro, pp. 207-223. Disponível para download em: <http://revista.ibict.br/liinc/index.php/liinc/article/view/471>

SILVA, Tania. Elias M.; PREMEBIDA, Adriano; ENGELMANN, Wilson; CALAZANS, SOUTO, Diego Rodrigues. **Avanços e desafios do emprego da ciência e tecnologia na produção alimentar: uma discussão sobre transgênicos e nanofoods**. In: VI Congresso Brasileiro de Ciências Sociais e Humanas em Saúde, 2013, Rio de Janeiro. Anais do VI Congresso Brasileiro de Ciências Sociais e Humanas em Saúde. Rio de Janeiro: Abrasco, 2013. v. 1. p. 1-18. - http://www.cienciassociaisesaude2013.com.br/programacao/exibe_trabalho.php?id_trabalho=234&id_atividade=209&tipo= Acessado em 26/04/2015

SILVA, Tania Elias M; ENGELMANN, Wilson; CALAZANS, SOUTO, Diego Rodrigues. Desenvolvimento, Modernidade e Nanotecnologias: inovações no campo alimentar. In: Silva, Tania Elias M. e WAISSMANN, Wiliam. **Nanotecnologias. Alimentação e Biocombustíveis. Um olhar Transdisciplinar**. Aracaju: Criação, 2014.

ZIEGLER, Jean. **Destruição em Massa. Geopolítica da Fome**. São Paulo: Cortez Editora, 2013.

Recebido em 03/03/2016

Aprovado em 05/05/2016

