

## Avaliação dos efeitos tóxicos de NANO-TiO<sub>2</sub> em peixes

Vera L. Castro, Zaira Clemente, Claudio Jonsson, Leonardo Fraceto, Renata Lima, Monica Moura

vera-lucia.castro@embrapa.br

Embrapa Meio Ambiente, IB Unicamp, Unesp Sorocaba, Uniso, IB Apta

### Problema abordado

A compreensão destes riscos dos nanomateriais é importante para o desenvolvimento de protocolos de pesquisa e para a melhor avaliação dos riscos da nanotecnologia.

A avaliação da toxicidade depende do desenvolvimento de critérios apropriados com base nas suas características morfológicas / físico-química do nanomaterial e do conhecimento de seus procedimentos de síntese. Assim, alterações relativamente sutis nas características químicas da água e do ambiente podem alterar a estabilidade (agregação, sedimentação, deposição), reatividade (dissolução e reprecipitação), e, consequentemente, a biodisponibilidade e a toxicidade potencial das NPs.

Um dos nanomateriais mais comumente utilizado é o dióxido de titânio (nano-TiO<sub>2</sub>) - que possui atividade fotocatalítica. Através de processos de fotocatalise heterogênea, o nano-TiO<sub>2</sub> é utilizado para degradação de compostos, na remediação de solo e águas contaminadas, entre outros. A realização de ensaios com nano-TiO<sub>2</sub> apresenta diversas particularidades, como o comportamento de agregação e sedimentação na água bem como as suas propriedades fotocatalíticas que podem elevar seus efeitos tóxicos em organismos aquáticos em condições ambientais. Contudo, poucos estudos têm considerado isso.

Também, nos bioensaios com organismos aquáticos, utilizam-se lâmpadas fluorescentes comuns para estabelecer o ciclo circadiano, que emitem basicamente luz visível. Porém, em condições naturais, os organismos estão expostos à radiação solar (infravermelho, luz visível e ultravioleta). Há ampla evidência de que ocorre formação de ROS (*reactive oxygen species*) quando o TiO<sub>2</sub> é exposto à radiação UV, induzindo estresse oxidativo e aumentando os efeitos tóxicos em organismos aquáticos em condições ambientais. Assim, há necessidade de considerar estes fatores na avaliação e de padronizar o seu uso experimental.

### Objetivos

- Avaliar os efeitos da exposição a diferentes concentrações de nano-TiO<sub>2</sub> sob diferentes condições de iluminação em organismos aquáticos, visando obter informações sobre os potenciais riscos ecotoxicológicos do nano-TiO<sub>2</sub> e
- Estudar o desenvolvimento de protocolos experimentais nanoecotoxicológicos - efeitos da exposição aguda e prolongada sob diferentes condições de iluminação (luz visível com ou sem UV), através da avaliação da sobrevivência e de biomarcadores.



Exposição de pacu a nano-TiO<sub>2</sub> em diferentes concentrações



Exposição de microcrustáceos e embriões de peixes a nano-TiO<sub>2</sub> em diferentes concentrações

### Principais contribuições científicas, tecnológicas e/ou de inovação

**Soluções teste** - dois produtos comerciais: a) Titanium IV oxide (Sigma Aldrich, 100% anatase) e b) Aeroxide P25 (Degussa Evonik, 20% rutilo, 80% anatase). Os meios de exposição foram renovados diariamente devido a agregação e precipitação destes produtos. A instabilidade das suspensões na água utilizada nos bioensaios foi avaliada por espectrofotometria e Dynamic light Scattering (DLS).

**Organismos-teste:** a) espécie nativa de peixe *Piaractus mesopotamicus*; b) *Daphnia similis* e *Artemia salina*, microcrustáceos e; c) embriões de *Danio rerio*.

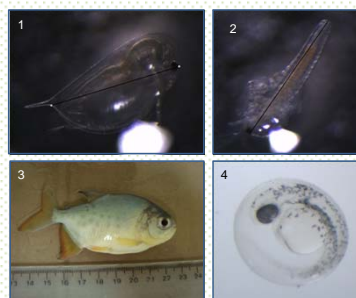
**Condições experimentais:** a) lâmpadas UVA340 Q-Panel para o estabelecimento da radiação ultravioleta (UV) em laboratório; b) ciclo claro-escuro; c) exposição à UV durante o período claro. Medidas da radiação solar em ambiente externo e em laboratório foram feitas através do espectroradiômetro.

**Parâmetros analisados:** Ao final do período de exposição foram analisados os biomarcadores bioquímicos relacionados a estresse oxidativo e metabolismo. Em peixes, foram também realizados testes de genotoxicidade (cometa e micronúcleo).

**Resultados:** Os efeitos variaram conforme o organismo teste, condição de iluminação, tempo de exposição e formulação empregada. Em geral, a mistura de anatase/rutilo apresentou maior toxicidade do que anatase puro. A atividade de fosfatase ácida, glutatona S-transferase, catalase, e os níveis de metalotioneína, proteínas carboniladas e de dano genético apresentaram resposta às condições de estudo. Em embriões de peixe, foram importantes a avaliação do tamanho corporal, a taxa de eclosão e a presença de alteração de equilíbrio. As atividades de Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>-ATPase, superóxido dismutase, glutatona peroxidase e os níveis de lipoperoxidação não apresentaram respostas evidentes frente às condições de estudo. Os bioensaios com microcrustáceos e embriões de peixes apresentaram maior sensibilidade, praticidade e economia de recursos com relação aos bioensaios com peixes juvenis.

**Principais contribuições:**

- Estabelecimento de modelo experimental para a avaliação ecotoxicológica de nano-TiO<sub>2</sub> ou outras moléculas que sofram ativação fotocatalítica;
- Contribuição para a determinação de valores de parâmetros toxicológicos com potencial de utilização em regulamentação
- Indicação de biomarcadores promissores para fins de monitoramento de áreas onde o nano-TiO<sub>2</sub> seja utilizado/identificado.



Organismos-teste expostos a nano-TiO<sub>2</sub>

1. *D. similis*
2. *A. salina*
3. *P. mesopotamicus*
4. embriões de *D. rerio*

Fotos: Zaira Clemente

### Impactos (sociais, econômicos e ambientais)

- O estudo contribuiu para a compreensão dos fatores envolvidos com a exposição ao nano-TiO<sub>2</sub> mostrando que além do organismo teste, a sua toxicidade depende das condições de iluminação, do produto testado e tempo de exposição.
- Os resultados ressaltam a necessidade de adaptação dos protocolos de avaliação nanoecotoxicológica e fornecem informações para o desenvolvimento de protocolos que visam estudar substâncias cuja toxicidade seja afetada pelas condições de iluminação e propriedades fotocatalíticas.
- É necessária a padronização dos protocolos de estudos nanoecotoxicológicos, para melhor compreensão e avaliação dos riscos da nanotecnologia.

Fontes financiadoras:

