

# INSERÇÃO DA NANOTECNOLOGIA COMO FERRAMENTA NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA: RELATO DE ATIVIDADE FACILITADORA DE ACESSO A NOVAS TECNOLOGIAS<sup>1</sup>

## *INSERTION OF NANOTECHNOLOGY AS A TOOL IN AGRICULTURAL PRODUCTION: REPORT OF ACTIVITY FACILITATING ACCESS TO NEW TECHNOLOGIES<sup>1</sup>*

**Milena Lima<sup>2</sup> e Isabel Roggia<sup>3</sup>**

### **RESUMO**

A agricultura é considerada uma das mais importantes áreas de atividade do setor primário da economia, tornando-se uma prática essencial para o desenvolvimento da sociedade, uma vez que, é através dela que se produzem os alimentos e os produtos primários utilizados pelas indústrias, pelo comércio e pelo setor de serviços, sendo uma das grandes geradoras de emprego e renda. A partir desta importância, as tecnologias, de forma mais específica a nanotecnologia, apresenta-se como uma importante ferramenta para o agronegócio de um modo geral. Através dela, é possível melhorar a qualidade na produção, aumentar a produtividade e a rentabilidade e ainda, uma redução de danos ambiental. Neste contexto, o conhecimento e a divulgação desta tecnologia se fazem importante. Com isso, o artigo apresentado consiste em um relato de experiência que objetiva descrever como ocorreu o levantamento bibliográfico e a elaboração de um produto educacional na forma de uma palestra, como maneira de apresentar e divulgar a Nanociência e Nanotecnologia (N&N), de forma mais específica, os nanofertilizantes para agricultores, além de avaliar o conhecimento destes agricultores sobre essa área.

**Palavras-chave:** Ensino, Nanofertilizantes, Agricultores.

### **ABSTRACT**

*Agriculture is considered one of the most important areas of activity in the primary sector of the economy, becoming an essential practice for the development of society, since it is through it that food and primary products used by industries are produced, by trade and the service sector, being one of the great generators of employment and income. From this importance, technologies, more specifically nanotechnology, present themselves as an important tool for agribusiness in general. Through it, it is possible to improve the quality of production, increase productivity and profitability, and also reduce environmental damage. In this context, knowledge, and dissemination of this technology are important. Thus, the article presented consists of an experience report that aims to describe how the bibliographic survey and the development of an educational product occurred in the form of a lecture, as a way to present and disseminate Nanoscience and Nanotechnology (N&N), in a more specific way, nanofertilizers for farmers, in addition to evaluating the knowledge of these farmers in this area.*

**Keywords:** Teaching, Nanofertilizers, Farmers.

---

<sup>1</sup> Produto Educacional desenvolvido no Curso de Especialização em Ensino de Estatística.

<sup>2</sup> Aluna do Curso de Especialização em Ensino de Estatística. E-mail: milena.lima98@hotmail.com

<sup>3</sup> Professora do Curso de Especialização em Ensino de Nanociência e Nanotecnologia. E-mail: isa\_roggia@yahoo.com.br

## INTRODUÇÃO

O caminho percorrido pela agricultura desde seu início está associado a alimentação nutricional da sociedade brasileira, bem como a produção de matérias-primas para outros campos de atividade econômica, sendo considerada desta forma, uma das mais importantes áreas de atividade do setor primário da economia. Nesse sentido, para promover continuamente o desenvolvimento rural, as transformações tecnológicas aperfeiçoaram a conduta de produção, assim como a qualidade e quantidade na fabricação, sendo necessário proporcionar sempre alternativas inovadoras para os agricultores.

Além do acesso a tecnologias, para a manutenção da viabilidade econômica, os agricultores devem estar atentos ao modo como operam suas decisões e estratégias para organizar seu processo produtivo e a sua forma de inserção nos mercados (PLOEG, 1992). Nesse contexto, a mercantilização é entendida como o processo social capaz de fortalecer as bases de recursos das unidades produtivas e reforçar suas estratégias de reprodução (SCHNEIDER, 2016).

Segundo Bittencourt (2020) essa situação representa um grande desafio, principalmente quando a produção é realizada em pequena escala. Com a perspectiva de desenvolvimento, é fundamental buscar estratégias que viabilizem o estabelecimento de diferentes formas de associação por parte dos pequenos produtores. O sucesso nesse empreendimento não só melhoraria a capacidade de negociação dos insumos, como também criaria a possibilidade de os agricultores encontrarem mercados mais estáveis para seus produtos. A modernização implica o uso de insumos, processos, máquinas e equipamentos apropriados, permitindo ganhos significativos em produtividade e sustentabilidade. Isso, porém, tem um custo, ou seja, depende de mais investimentos e do desenvolvimento de estratégias inovadoras na criação e na transferência de conhecimentos e de tecnologias.

Para que os agricultores possam se sentir seguros, com a utilização das novas tecnologias ou até mesmo de métodos aprimorados na gestão de sua propriedade, é fundamental que o processo de apropriação dessas tecnologias seja acompanhado de uma rede de suporte e estímulo. Essa é, sem dúvida, uma forma eficaz de ajudar o maior número possível de produtores, sobretudo os mais vulneráveis, atraindo-os a participar do fluxo de crescimento. Com ações desse tipo, abre-se a oportunidade de também se promover uma inclusão produtiva mais abrangente.

Como empresa de pesquisa, desenvolvimento e inovação, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), historicamente, tem exercido um papel relevante na geração de conhecimentos, tecnologias e estratégias inovadoras que contribuem intensamente para a inclusão produtiva da agricultura familiar. Ela tem como desafio desenvolver, em conjunto com nossos parceiros do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA), um modelo de agricultura e pecuária, que possa superar as barreiras que limitavam a produção de alimentos, fibras e energia no País (EMBRAPA, 2021). Mas isso não basta: é necessário entender melhor a agricultura familiar. E como isso se faz? Conhecendo melhor

sua realidade, suas necessidades e as peculiaridades de cada região. Esse é um processo que demanda parceria entre a pesquisa, o ensino e a extensão e o agricultor familiar, estimulando, cada vez mais, a inovação do setor e seu acesso a vários mercados (BITTENCOURT, 2020).

Levando em consideração de que atualmente a procura por novas tecnologias e informações é constante e cada vez mais ao alcance de todos, deve-se ter muito cuidado com tudo que é divulgado na internet. As informações se propagam rapidamente e logo estão na famosa “boca do povo”. Segundo Alves e Maciel (2020), o fenômeno da desinformação tem uma dimensão claramente política, na medida em que pode moldar o que tomamos por realidade.

A popularização dos smartphones acrescentou um novo e importante capítulo da história, transformando a internet em uma ferramenta portátil, que modifica a relação do mundo à nossa volta. O telefone celular acumula funções que antes pertenciam apenas aos jornais impressos, rádios, às cartas, ao telefone fixo e às enciclopédias, tornando desta forma o acesso a informações cada vez mais fácil, acesso esse que muitas vezes pode ser equivocado quando a fonte de informação não é segura. Nos últimos anos, sabe-se que:

O crescimento exponencial das novas tecnologias e do acesso a elas criou uma verdadeira revolução na maneira como a sociedade se informa e se comunica, permitindo o envio de mensagens instantâneas e serviços de voz e vídeo em nível global. Diferentemente dos tradicionais veículos de comunicação em massa, quais sejam, os jornais impressos, o rádio e a televisão, que funcionavam de maneira centralizada, unidirecional e verticalizada, a chamada “era da informação” é marcada por um modelo “todos para todos”, no qual qualquer pessoa pode produzir e compartilhar conteúdo com qualquer pessoa em qualquer lugar do mundo. Isso gera o fenômeno da “sobrecarga de informação”, pois os dados não são mais filtrados pelos procedimentos tradicionais e a quantidade de informação que um indivíduo recebe supera sua capacidade de processá-la. Nesse contexto, vivemos sob o imperativo de estarmos sempre conectados e atualizados, vivendo uma espécie de ansiedade coletiva gerada pela incapacidade humana de possuir ciência de todo o material disponibilizado online (SANTOS, 2019).

Certamente, a internet e o crescimento das mídias sociais não inventaram o fenômeno da desinformação, mas criaram um ambiente propício para que houvesse uma difusão de notícias falsas, as chamadas *Fake News*. Portanto, é evidente que não existe uma medida que possa ser tomada a fim de resolver este problema por definitivo, recomenda-se cultivar uma sociedade engajada e ciente dos problemas do mundo digital, bem como capacitada para enfrentar os desafios trazidos pela tecnologia (ALVES; MACIEL, 2020). Assim, opta-se pelo estímulo ao desenvolvimento conjunto de medidas de curto, médio e longo prazo para o combate às *Fake News* em diferentes setores interessados.

Levando em consideração o contexto até aqui apresentado, este artigo, na forma de relato de caso, objetiva descrever como ocorreu o levantamento bibliográfico, a elaboração, e a divulgação de uma palestra desenvolvida com o objetivo de apresentar e divulgar a Nanociência e Nanotecnologia (N&N), de forma mais específica, os “nanofertilizantes” para agricultores. Para tanto, inicialmente, será realizado uma breve descrição sobre o setor agrícola e da importância da nanotecnologia neste

setor. Posteriormente, será realizado um relato de caso de como foi realizado a elaboração e a divulgação da palestra, como forma de um produto educacional, além de uma discussão sobre a visão dos agricultores em relação a busca de novos conhecimentos e novas tecnologias.

## AGRICULTURA NO BRASIL E O USO DA NANOTECNOLOGIA

### **Agricultura no Brasil**

A agricultura é considerada uma das mais importantes áreas de atividade do setor primário da economia. Em 1957, com o surgimento do agronegócio, ou seja, o conjunto de atividades econômicas que conectam à produção agrícola e seu comércio, observou-se um crescimento exponencial do setor. Em 1962, um grande marco para o agronegócio brasileiro, principalmente para pecuária nacional foi a importação de gado Nelore para o Brasil. Atualmente, falar em agronegócio é falar em inovação e tecnologia, desta forma, esse setor é considerado um dos que mais investe em tendências para aprimorar seus processos, desempenhando um importante papel no crescimento dos países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil (PERFARM, 2016).

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), em um estudo que avalia as projeções a longo prazo do agronegócio no Brasil - “Projeções do Agronegócio 2018/2019 - 2028/2029”, observou-se em 2019 a segunda maior safra de grãos da sua história até maio, com 236,7 milhões de toneladas produzidas. Segundo esse mesmo levantamento, projeta-se que a produção brasileira de grãos seja aproximadamente 300 milhões de toneladas em 2029. Além disso, estima-se um crescimento de 15,3% na área plantada até 2029, configurando um aumento de mais de 10 milhões de hectares em dez anos. Ainda, de acordo com o estudo, os 5 principais grãos brasileiros são o arroz, feijão, milho, soja e trigo (BRASIL, 2019).

De acordo com Barros (2018), nos últimos 4 anos observa-se que existem grandes desafios a serem superados a fim de que todo potencial da agricultura possa ser atingido em sua plenitude. Não é fácil prever todos os aspectos desse modelo, que ainda se encontra em construção, mas é possível levantar suas principais características, bem como, delinear os principais problemas a serem superados a fim de que o processo de expansão do agronegócio brasileiro seja sustentável. O país tem um enorme potencial e o fato se deve a alguns aspectos que favorecem a produção agrícola e pecuária no Brasil.

Neste contexto, a região Sul do Brasil desempenha um importante papel na produção agrícola do país. Segundo um levantamento realizado pelo Atlas Socioeconômico (2021), o Rio Grande do Sul (RS) é o maior produtor de arroz em casca do Brasil e o segundo maior produtor nacional de trigo, perdendo apenas para o estado do Paraná. Já em relação a produção de milho, o RS é o sexto maior produtor de milho em grão do Brasil.

Conforme NETO (2018), Presidente da Associação Nacional para Difusão de Adubos, o Brasil é um dos poucos países com enorme potencial para aumentar a sua produção agrícola, seja pelo aumento de produtividade, seja pela expansão da área plantada. A partir desta perspectiva, estaremos colaborando, não somente para uma maior oferta de alimentos no contexto mundial, mas, também, para atender à crescente demanda interna de sua população.

## **Fertilizantes agrícolas**

A agricultura, em conjunto com outros elementos tais como água, energia, saúde e biodiversidade tem uma função de grande relevância na conquista do desenvolvimento sustentado. A indústria de fertilizantes, por sua vez, tem exercido, por mais de 150 anos, uma função fundamental no desenvolvimento da agricultura e no atendimento das necessidades nutricionais da população que está em constante crescimento. São utilizados com a finalidade de aumentar a produtividade e garantir produtos saudáveis, fornecendo o equilíbrio certo de nutrientes ao solo (PESSOA; MACHADO JUNIOR; GUI SOLFI, 2019), proporcionam o aumento de produtividade agrícola, protegendo e preservando milhares de hectares de florestas e matas nativas, assim como a fauna e a flora. De forma geral, eles são os responsáveis por cerca de um terço da produção agrícola, sendo que em alguns países chegam a ser responsáveis por até cinquenta por cento das respectivas produções nacionais (PUGGINA, 2018).

São classificados em fertilizantes minerais e orgânicos. Os fertilizantes minerais, também conhecido como adubo inorgânico são obtidos a partir de extração mineral ou refino do petróleo e são materiais naturais ou manufaturados, que contêm nutrientes essenciais para o crescimento normal e o desenvolvimento das plantas. Dentre eles, os três principais e essenciais são o nitrogênio, fósforo e potássio e são normalmente aplicados em grande quantidade. O enxofre, cálcio e magnésio também são necessários em quantidades substanciais. Esses nutrientes são constituintes de muitos componentes das plantas, tais como proteínas, ácidos nucleicos e clorofila e são essenciais para processos tais como transferências de energia, manutenção da pressão interna e ação enzimática (ISHERWOOD, 2018; GA AGROSOLUÇÕES, 2020).

A quantidade adequada e a qualidade irão depender da cultura, do teor de argila, do pH e do teor de cálcio, magnésio e alumínio no solo (LAPIDO-LOUREIRO *et al.*, 2009; CRUZ *et al.*, 2017). Sua aplicação é realizada após uma análise do solo em laboratório a fim de detectar as deficiências específicas, já que o potássio, o fósforo e o nitrogênio atuam de forma diferente na terra e têm funções determinantes no desenvolvimento da planta. O maior benefício deste tipo de adubação é a aplicação exata do que está deficiente na terra para a cultura em questão, porém alguns de suas desvantagens são: o uso prolongado pode acarretar na perda de importantes micróbios para o solo; altera o pH do solo; são produzidos de fontes não renováveis; podem reduzir a fertilidade do solo no futuro; pode

causar desastres ambientais, como mudança na composição química do solo, tornando-o menos produtivo e em longo prazo podem causar danos ao ecossistema (GA AGROSOLUÇÕES, 2020).

Por outro lado, os fertilizantes orgânicos são os mais indicados por ser e ter um processo mais natural, com ele o solo fica mais enriquecido. Sendo assim, alonga a resistência das plantas às doenças, pragas e aos climas adversos, além de aumentar também a capacidade do solo em armazenar água. Porém, a adubação orgânica é um processo mais demorado, tanto em sua fabricação quanto em sua aplicação. O tempo de decomposição dos compostos para liberar os nutrientes é alto e não é possível mencionar exatamente o quanto de adubo deverá ser colocado para suprir as necessidades específicas de um cultivo. Além disso possui como desvantagens o mau cheiro pois são de origem de materiais que passaram por um processo de decomposição e o processo de liberação de nutrientes é mais lento e podem causar riscos de contaminação do solo, em casos de fezes contaminadas (GA AGROSOLUÇÕES, 2020).

Da mesma forma, devido ao excesso de liberação destes produtos no solo pelas altas taxas de lixiviação, degradação, volatilização e erosão pode ocorrer uma grande perda dos constituintes, causando um prejuízo considerável de recursos, além da contaminação ambiental do solo, água e alimento (PESSOA; MACHADO JUNIOR; GUI SOLFI, 2019).

Contudo, uma boa maneira de se compensar os efeitos negativos de cada método de adubação é conhecer bem as propriedades do solo que se está trabalhando e realizar uma combinação equilibrada de todas essas técnicas e ainda, fazer a utilização de novas técnicas que possibilitam uma maior especificidade na aplicação, como é o caso da nanotecnologia através do uso dos “nanofertilizantes”.

## **Nanotecnologia**

A nanotecnologia é um campo da ciência que apresenta um conceito diversificado conforme seu campo de aplicação. Ela compreende o entendimento e controle da matéria e processos em nanoescala, caracteristicamente, mas não exclusivamente, abaixo de 100 nanômetros em uma ou mais dimensões, onde o aparecimento de fenômenos dependentes de tamanho que permite novas aplicações e/ou a utilização das propriedades dos materiais em nanoescala que são diferentes das propriedades dos átomos individuais, moléculas, ou dos materiais macroscópicos, criando materiais, dispositivos e sistemas melhores que exploram essas novas propriedades (ISO TC 229).

De forma geral, os nanomateriais são sistemas com ao menos uma dimensão na escala de 1 a 1000 nm, podendo encontrar-se na forma dispersa ou sólida que através deste sistema, o composto ativo pode ser encontrado dissolvido, aprisionado, encapsulado ou ligado a uma matriz de nanopartículas (MALI; BATHE, 2015).

A nanotecnologia vem a cada dia apresentando inúmeras avanços nos campos da ciência, como na agricultura, além de outras áreas importantes como a medicina engenharia e informática que são apenas alguns exemplos de seu escopo de abrangência (FERREIRA, 2018).

Na área agrícola, a nanotecnologia apresenta grande importância, principalmente no que abrange uma agricultura sustentável. Segundo Granziera e colaboradores (2012), Sahavarai (2017), Guidan e Al-Antary (2019), entre as inúmeras possibilidades de aplicações está o desenvolvimento de nanosensores e nanocatalisadores capazes de monitorar e acelerar o diagnóstico de doenças nas plantas, o tratamento molecular de doenças, o desenvolvimento da habilidade das plantas para absorver os nutrientes, a eficiência na aplicação dos pesticidas, herbicidas e fertilizantes. Trata-se de ganhos alcançados com a agricultura de precisão, a qual consegue prever, por exemplo, as condições do solo, o desenvolvimento e a germinação das plantas, além de auxiliar no uso mais racional de água.

No que abrange a área de fertilizantes, a nanotecnologia é delineada para distribuir de forma inteligente a liberação de nutrientes de maneira mais lenta e controlada para o local específico e combater de forma mais eficaz a deficiência de nutrientes nas plantas. Os nanofertilizantes, neste caso, permitem o aumento na produtividade das culturas, aumentando a disponibilidade de nutrientes essenciais para a planta. Um exemplo deste efeito nanotecnológico associado ao uso de fertilizantes foi o aumento considerável na produção de milho e feijão após a aplicação de fertilizantes nanofosforados em condições áridas. Da mesma forma, as suspensões de nanopartículas de quitosana incluindo nitrogênio, fósforo e sódio também ampliaram a produtividade da cultura (BOSE, 2020; 2021).

## **DESENVOLVIMENTO DE UMA PALESTRA COMO FORMA DE LEVAR O CONHECIMENTO CIENTÍFICO AOS AGRICULTORES**

Levando-se em consideração o exposto até o momento, observa-se a importância de disseminar, de forma correta, o conhecimento científico e tecnológico. A educação adquirida, a formação e a capacidade de cada pessoa determinam suas possibilidades de compreensão e manipulação da informação, neste sentido, facilitar o acesso ao conhecimento é fundamental.

Na área agrícola, o conhecimento tornou-se a principal ferramenta para a obtenção de elevados níveis de produção e de produtividade. É através da troca de saberes que o conhecimento se amplia e se aperfeiçoa de forma interdisciplinar e descentralizada.

Para Do Carmo e Colognese (2010), qualificar significa não apenas preparar as pessoas para lidar com as novas tecnologias, mas, educar, ensinando a aprender a buscar o conhecimento, a fim de melhorar sua atuação na atividade e no meio em que vive. A qualificação constitui em um processo permanente, principalmente para aqueles que formam a cadeia produtiva, como é o caso da agricultura.

Neste contexto, a qualificação continuada, pode ser realizada através de palestras sobre determinados temas de interesse para a área. O desenvolvimento de uma palestra é um meio de apresentar informações ou ensinar as pessoas a respeito de um assunto, seu objetivo principal é gerar impacto ou um novo conceito nas pessoas. Geralmente sua duração é entre 40 minutos e 1h30 minutos, neste sentido, ela precisa proporcionar uma grande reflexão em quem está assistindo e o

palestrante deve ser capaz de envolver e conquistar o público enquanto passa também um ensinamento, um novo referencial sobre o tema. Ao gerar uma nova perspectiva sobre o tema, uma boa palestra faz com que os participantes passem a olhar de maneira diferente para uma situação a qual estão sendo expostos.

Com isso, o objetivo do desenvolvimento um produto educacional voltado para a agricultores na forma de uma palestra foi levar o conhecimento sobre a nanotecnologia, de forma mais específica sobre as possibilidades da sua aplicação no campo, de forma especial as vantagens do uso dos “nanofertilizantes”. A palestra desenvolvida foi intitulada “Nanotecnologia empregada em fertilizantes químicos de uso agrícola” e teve como foco instigar agricultores sobre esse tema tão importante, porém, ainda pouco difundido.

Para isso, o desenvolvimento do produto educacional foi dividido em 4 principais etapas, sendo elas:

**Etapa 1:** Levantamento Bibliográfico.

Nesta primeira etapa foi realizado um levantamento bibliográfico de artigos científicos publicados em revistas nacionais e internacionais nos últimos 5 anos sobre o uso de fertilizantes tradicionais e nanotecnológicos, onde foram analisados principalmente conceitos, diferenciação e aplicação dos fertilizantes/nanofertilizantes na agricultura. O objetivo desta etapa foi buscar em literatura científica o que há de atual sobre nanotecnologia, nanotecnologia na agricultura, fertilizantes agrícolas e “nanofertilizantes”.

**Etapa 2:** Elaboração do produto educacional.

A partir do levantamento bibliográfico e da compilação do material a palestra foi elaborada a partir da construção de um roteiro (Figura 1). Sua organização foi realizada a partir de uma apresentação em Microsoft PowerPoint que foi apresentada e gravada de forma simples via vídeo e posteriormente salva no YouTube, facilitando a divulgação e o acesso pelo público de interesse. Para a preparação deste material, utilizou-se recursos como imagens explicativas, tabelas com a apresentação dos dados sobre o uso dos fertilizantes nanotecnológicos, links que possam contribuir com o conhecimento sobre a nanotecnologia na agricultura, além de exemplos de produtos disponíveis no mercado utilizando nanotecnologia relacionado a área agrícola e ainda, outros materiais e curiosidades de interesse e relevância para a área agrícola associado a nanotecnologia que foram encontrados durante o levantamento bibliográfico (Etapa 1). O objetivo no desenvolvimento deste material foi divulgar a N&N, de forma mais específica o uso dos “nanofertilizantes” para a área agrícola.

**Figura 1** - Roteiro para elaboração da palestra sobre nanotecnologia empregada em fertilizantes químicos de uso agrícola.



• **Roteiro para elaboração da palestra:**

- Apresentação;
- Agricultura no Brasil/Rio Grande do Sul;
- Problemas no uso de defensivos e fertilizantes;
- Nanotecnologia;
- Aplicação da nanotecnologia;
- Contribuição da nanotecnologia na agricultura;
- Conceito de nanofertilizantes;
- Diferença dos fertilizantes convencionais e os nanofertilizantes;
- Exemplo da aplicação da nanotecnologia e dos nanofertilizantes na agricultura.

Fonte: Elaboração das autoras.

**Etapa 3:** Divulgação do material elaborado.

Nesta etapa, a palestra foi disponibilizada via plataforma do YouTube, a qual pode ser acessada através do link <https://youtu.be/EMj8W5lvBXY> (Figura 2). Para a divulgação deste produto foram utilizadas as redes sociais, Facebook e Instagram, do Sindicato de Trabalhadores Rurais da cidade de Cruz Alta/RS (Figura 3) e também por meio da divulgação em grupo de WhatsApp composto por agricultores da família que optaram por plantar nas cidades de Bagé/RS. A divulgação deste material foi realizada por meio de folder elaborado e disponibilizados nestas redes sociais. A escolha destas cidades foi pela proximidade e interesse da palestrante.

**Figura 2** - Visualização na página do YouTube do material elaborado.



Fonte: Elaboração das autoras.

Figura 3 - Divulgação do material elaborado nas redes sociais.



Fonte: Instagram do Sindicato Rural de Cruz Alta.

**Etapa 4:** Validação do produto educacional e levantamento sobre o conhecimento do público alvo sobre o assunto apresentado.

Nesta etapa, realizou-se a testagem do produto educacional, ou seja, a apresentação da palestra previamente desenvolvida foi realizada em um grupo de 15 pessoas (produtores rurais, agrônomos e familiares da área agrícola). O objetivo desta etapa foi avaliar o entendimento do público alvo sobre a palestra elaborada e o conhecimento prévio deste público sobre o tema apresentado. Essa avaliação foi realizada através da aplicação de um questionário construído via Google Forms e disponibilizado junto com a palestra na plataforma YouTube, com a seguinte chamada: “Palestra sobre nanofertilizantes realizada como Produto Educacional da Especialização de Ensino de Estatística EAD na UFN: Após a palestra peço que respondam o questionário do link abaixo: <https://forms.gle/PrAvHASU9ABdwpsa7>. Neste questionário foram elaboradas as seguintes perguntas:

- 1) A palestra apresenta um tema relevante?
- 2) O desenvolvimento do conteúdo foi apresentado de forma clara e concisa?
- 3) Os resultados apresentados são importantes para sua área?
- 4) Os conceitos sobre Nanociência e Nanotecnologia já eram claros para você?
- 5) Você já conhecia os fertilizantes nanotecnológicos?
- 6) Divulgaria os resultados para outras pessoas?
- 7) Outros comentários que acha relevantes destacar sobre a palestra apresentada.

## **Considerações sobre o produto educacional elaborado**

Cada etapa de desenvolvimento do produto educacional foi de extrema importância. O levantamento bibliográfico, correspondente a etapa inicial, serviu não apenas para buscar na literatura atual material sobre o tema, nanotecnologia na agricultura, mas foi fundamental e importante para aumentar o crescimento pessoal e científico sobre esse assunto.

O conhecimento obtido a partir da primeira etapa contribuiu de forma essencial para compilar o material a ser utilizado na construção e apresentação da palestra, uma vez que, existe muitos artigos científicos disponíveis sobre esse assunto. Em uma busca rápida apenas com a palavra “*nanofertilizers*” unicamente em uma plataforma (ScienceDirect), foram encontrados 406 artigos disponíveis sobre o tema nos últimos cinco anos. Desta forma, desenvolver um conhecimento científico e compreender o que é importante é fundamental para poder reunir, organizar e elaborar um material de forma simples e compreensível para uma população geral.

Atualmente, neste mesmo contexto, as redes sociais têm se tornado uma ótima ferramenta para a divulgação de materiais elaborados. Essa ferramenta passou a ser essencial e facilitadora para todos, justamente porque através dela é permitido transmitir conhecimentos e atualizações ao mundo todo em qualquer instante, ficando disponível e de fácil acesso em diferentes momentos (LORENZO, 2013). Com isso, a palestra elaborada, disponibilizada na plataforma YouTube e divulgada em redes sociais, possibilitou o acesso de forma acessível ao público alvo. Salienta-se ainda que o acesso pode ser realizado em tempos diferentes, em qualquer lugar que possua uma rede de internet disponível e quantas vezes forem necessárias. Além da possibilidade de pausa, visualização de forma repetida, as quais muitas vezes vão facilitar ainda mais o entendimento sobre o assunto.

O material aqui apresentado obteve desde o dia de sua publicação, 16 de julho de 2021, mais de 110 visualizações até o momento. É importante salientar que, nas duas primeiras semanas de disponibilização e divulgação deste material nas redes sociais, o mesmo foi visualizado por 82 pessoas, sendo que destas, 18 realizaram a avaliação da palestra a partir de respostas do um questionário apresentado anteriormente (Etapa 4).

O levantamento realizado trouxe retornos de diversos aspectos da realidade. Embora o material tenha sido divulgado em duas cidades do Rio Grande do Sul (Cruz Alta e Bagé), obteve-se respostas de outras cidades como Dom Pedrito, Santa Maria, Capão do Cipó, Boa Vista do Cadeado e Caiçara, todas cidades pertencentes ao estado do Rio Grande do Sul.

Os participantes desta etapa eram na maioria deles do sexo masculino (89%) e uma menor parte do sexo feminino (11%), correspondendo uma baixa etária bastante ampla, ou seja, destes, 42% eram pessoas com idade inferior a 30 anos, 32% pessoas de 31 a 49 anos e 26% pessoas acima de 50 anos de idade.

O público que demonstrou maior interesse pelo material elaborado foi composto principalmente por agricultores (37%) e engenheiros agrônomos (37%), seguido por técnicos agrícolas (16%) e uma pequena parte por estudantes (5%) e veterinários (5%).

A partir deste levantamento estatístico, alguns pontos são importantes e relevantes a serem comentados:

1) O maior número de visualizações da palestra elaborado foi logo após a disponibilização do mesmo via plataforma do YouTube e divulgação nas redes sociais. Esse fato, demonstra a importância de uma divulgação continuada, além da divulgação em diferentes formas e plataformas. O folder é a forma mais prática de divulgação de produtos e serviços. Da mesma forma, os panfletos são os tipos de materiais de divulgação mais baratos de serem produzidos e extremamente funcionais. Atualmente, as redes sociais, tem desempenhado importante papel nesta área de divulgação e compartilhamento de informações. Com isso, acreditamos que se o material continuar a ser periodicamente divulgado nas redes sociais o interesse pelo assunto será melhor alcançado.

2) Mesmo que a divulgação do material foi realizada nas redes sociais em apenas 2 cidades, a visualização da palestra e avaliação da mesma foi alcançada por pessoas de outras cinco cidades. Esse fato, demonstra novamente a importância da divulgação do material. Quanto mais um produto foi divulgado, compartilhado, maior vai ser o acesso as informações.

3) A maior parte do público que visualizou a palestra foi composta de agricultores e engenheiros agrônomos, validando desta forma o produto desenvolvido, uma vez que, o mesmo foi elaborado principalmente com assuntos voltados para ao setor agrícola. Destes, a maior parte foi do sexo masculino. Esse fato já era esperado, isso porque, sabe-se que ainda, atualmente os homens representam a maior parte na linha de frente da agricultura. Segundo o Censo Agropecuário de 2017, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o número de mulheres na condução de propriedades rurais aumentou 38% em todo o País entre 2006 e 2017. Por outro lado, apesar desse avanço, as mulheres ainda são minoria entre os proprietários rurais, no Brasil, apenas 19% dos estabelecimentos rurais têm mulheres como proprietárias (SENAR, 2021).

4) A aplicação de um processo de validação de um material elaborado é de extrema importância, principalmente quando o mesmo é disponibilizado em plataformas e não há um contato direto entre o palestrante e o público alvo. Para Chaer, Diniz e Ribeiro (2011) e elaboração e aplicação de um questionário é uma técnica bastante viável e pertinente para ser empregada quando se trata de problemas cujos objetos de pesquisa correspondem a questões de cunho empírico, envolvendo opinião, percepção, posicionamento e preferências dos pesquisados, uma vez que as perguntas são as responsáveis pelo alcance da construção ao desenvolvimento do trabalho. Através das respostas obtidas o palestrante vai ter um retorno quando ao material elaborado, a sua didática e ainda, sobre a importância e o interesse do público em relação ao tema apresentado, possibilitando desta forma, uma reflexão caso necessário algum ajuste ou melhora no material elaborado.

É importante ressaltamos que a avaliação e discussão das respostas aqui apresentadas foram resultantes de apenas 18 questionários respondidos logo no início da divulgação do material elaborado onde a palestra, como mencionado anteriormente, possuía 82 visualizações. Apesar do número amostral de análises não ser grande, as respostas obtidas foram importantes para avaliar o perfil, o conhecimento e interesse do público sobre o assunto elaborado.

Além dos pontos já discutidos, é importante comentar ainda que: a partir do público que avaliou o material, 53% utilizavam produtos a base de nanotecnologia em suas plantações e 47% das pessoas não faziam a utilização deste tipo de tecnologia. Por outro lado, mesmo não utilizando produtos “nano”, 95% das pessoas já tinham ouvido falar sobre nanotecnologia e suas aplicações e 68% das pessoas já tinham ouvido falar sobre os nanofertilizantes.

Em contra partida, mais que a metade das pessoas (53%) não tinham claro os conceitos de nanotecnologia apresentados e discutidos na palestra apresentada. Esses dados demonstram novamente a importância da elaboração e divulgação de materiais com base científica, que quando são elaborados e apresentados de forma clara possam contribuir para o conhecimento dos agricultores e de pessoas envolvidas nesta área.

Essas informações muitas vezes possibilitam a tomada de decisões, ou até mesmo a busca de mais informações sobre o assunto. A nanotecnologia por exemplo, como já mencionada anteriormente, apresenta inúmeras vantagens sobre os produtos convencionais os quais são conhecidos e utilizados pelos agricultores. Por outro lado, essas vantagens muitas vezes não são conhecidas ou difundidas. Neste sentido, os materiais que apresentam esse conhecimento são de extrema importância.

Por fim, das pessoas que visualizaram e avaliaram o produto elaborado, 100% delas alegaram que o material elaborado e apresentado foi desenvolvido de forma clara e concisa. Da mesma forma, para 95% das pessoas o tema apresentado demonstra-se relevante para a área agrícola.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS**

Neste trabalho foi possível compreender a nanotecnologia e sua aplicabilidade no uso agrícola, assim como, estabelecer a finalidade da nanotecnologia em fertilizantes e por fim, divulgar para agricultores conceitos sobre N&N, bem como, sua importância, vantagens e aplicações na área agrícola. Da mesma forma, conhecer e avaliar o conhecimento prévio dos agricultores sobre esse tema e o interesse sobre o mesmo.

A partir deste interesse e importância do assunto, como perspectivas, o material elaborado será constantemente divulgado em diferentes plataformas digitais, como forma de atingir um público cada vez maior. O objetivo desta divulgação é disseminar o conhecimento científico de forma simples e clara, além de instigar o interesse de agricultores na busca de mais informações sobre as diferentes possibilidades e vantagens do uso de nanomateriais.

**REFERÊNCIAS**

ALVES, M. MACIEL, E. O Fenômeno das *fake news*: definição, combate e contexto. Revista **Internet&Sociedade**, v. 1, n. 1, p. 144 a 171, 2020.

**ATLAS SOCIOECONÔMICO RIO GRANDE DO SUL**. Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/inicial>. Acessado em: 08.06.2021.

BARROS, A. O Agronegócio Brasileiro: Características e Desafios. Biotecnologia da Reprodução em Bovinos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE REPRODUÇÃO ANIMAL APLICADA, 2., 2018. **Anais...** 2018.

BITTENCOURT, D. **Agricultura familiar, desafios e oportunidades rumo à inovação**. Brasília: Embrapa, 2020.

BOSE, P. **How Agricultural Nanotechnology Will Influence the Future of Farming Sustainability**. AZoNano. Disponível em: <https://bit.ly/3O6yTzf>. Acesso em: 08 jun. 2021.

BOSE, P. **The Effect of Nano-Fertilizers on Sustainable Crop Development**AZoNano, Disponível em: <https://bit.ly/3yMDiBQ>. Acesso em: 08 jun. 2021.

BRASIL. 2019. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Projeções do Agronegócio: Brasil 2018/19 a 2028/29 projeções de longo prazo/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. - Brasília: MAPA/ACE, 2019. 126 p. ISBN 978-85-7991-127-9.

CHAER, E; DINIZ, R; RIBEIRO, G. A técnica do questionário na pesquisa educacional. **Evidência**, Araxá, v. 7, n. 7, p. 251-266, 2011.

CRUZ, A. C. et al. Fertilizantes organominerais de resíduos do agronegócio: avaliação do potencial econômico brasileiro. **BNDES Setorial**, v. 45, p.137-187, mar. 2017.

DO CARMO, R.; COLOGNESE, S. Qualificação e permanência do agricultor familiar no campo: a casa familiar rural do município de Candói - PR. **Trivium - Rev. Elet.Mult.UCP**, Pitanga, v. 1, n. 1, p. 33-53, out./dez.2010.

EMBRAPA. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. 2021. Acesso em: 20 nov. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br>

FERREIRA, V. B. Nanotecnologia e sua importância no contexto brasileiro. In: **E-science e políticas públicas para ciência, tecnologia e inovação no Brasil**. Salvador: EDUFBA, 2018. p. 97-106

**GA AGROSOLUÇÕES**. Acesso em: 08 jun. 2021. Disponível em: <https://bit.ly/3OaMR3h>

GRANZIERA, L.; ASSIS, O. B. G.; BRUMATTI, C. R.; JESUS, K. R. E. Nanotecnologia na agricultura: Prospecção dos Indicadores de Impactos Ambientais e Sociais. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 6., 2012. **Anais...** Jaguariúna/SP, 2012. p. 1-9.

GUIDAN, A. Y.; AL-ANTARY, T. M. **Applications of Nanotechnology IntechOpen**. Acesso em: 08 jun. 2021, 2019. Disponível em: <http://blog.perfarm.com/agronegocio-brasil/>

ISHERWOOD, K. F. **Mineral Fertilizer Use and the Environment**. International Fertilizer Industry Association. Paris, 2018.

**ISO TC 229**. Acessado em: 04.10.2021. Disponível em: <https://bit.ly/3IL8FS6>.

LAPIDO-LOUREIRO, F. E. de V. ; MELAMED R.; NETO, J. F. **Fertilizantes: agroindústria e sustentabilidade**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 655p, 2009.

LORENZO, M. C. W. E. **A Utilização das redes sociais na educação**. 3. ed. Rio de Janeiro: Clube dos Autores, 2013.

MALI, A. D.; BATHE, R. S. Updated review on nanoparticles as drug delivery systems. **International Journal of Analytical, Pharmaceutical and Biomedical Sciences**, v. 4, p.18-34, 2015.

NETO, M. B. **O Uso de Fertilizantes Minerais e o Meio Ambiente**. ANDA-Associação Nacional para Difusão de Adubos, 2018.

PERFARM. **O Agronegócio no Brasil e o seu Potencial**. 2016.

PESSOA, H. P., JUNIOR, R. M., GUI SOLFI, L. P. 2019. Nanofertilizantes - O novo conceito em nutrição de plantas. **Revista Campo e Negócio**. Disponível em: <https://bit.ly/3clvXln>. Acesso em: 01 nov. 2021.

PLOEG, J. D. El proceso de trabajo agrícola y la mercantilización. In: GUZMAN, E. S. (Ed.). **Ecología, campesinato y historia**. Madrid: Las Ediciones de la Piuqueta, 1992.

PUGINNA, W.A. **O Uso de Fertilizantes Minerais e o Meio Ambiente**. International Fertilizer Industry Association, 2018.

SAHAYARAJ K. Nano and bio-nanoparticles for insect control. **Res. J. Nanosci. Nanotechnol**, v. 7, p. 1-9, 2017.

SANTOS, A. **O impacto do big data e dos algoritmos nas campanhas eleitorais**. ITS Rio - Instituto de Tecnologia e Sociedade do Rio de Janeiro, 2019.

SCHNEIDER, S. Mercados e agricultura familiar. In: MARQUES, F. C.; CONTERATO, M. A.; SCHNEIDER, S. **Construção de mercados e agricultura familiar: desafios para o desenvolvimento rural**. Porto Alegre: UFRGS, 2016.

SENAR. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. 2021. **Mulheres na agricultura: representatividade crescente e muito trabalho**. Acesso em: 29 nov. 2021. Disponível em: <https://bit.ly/3uS8hLz>