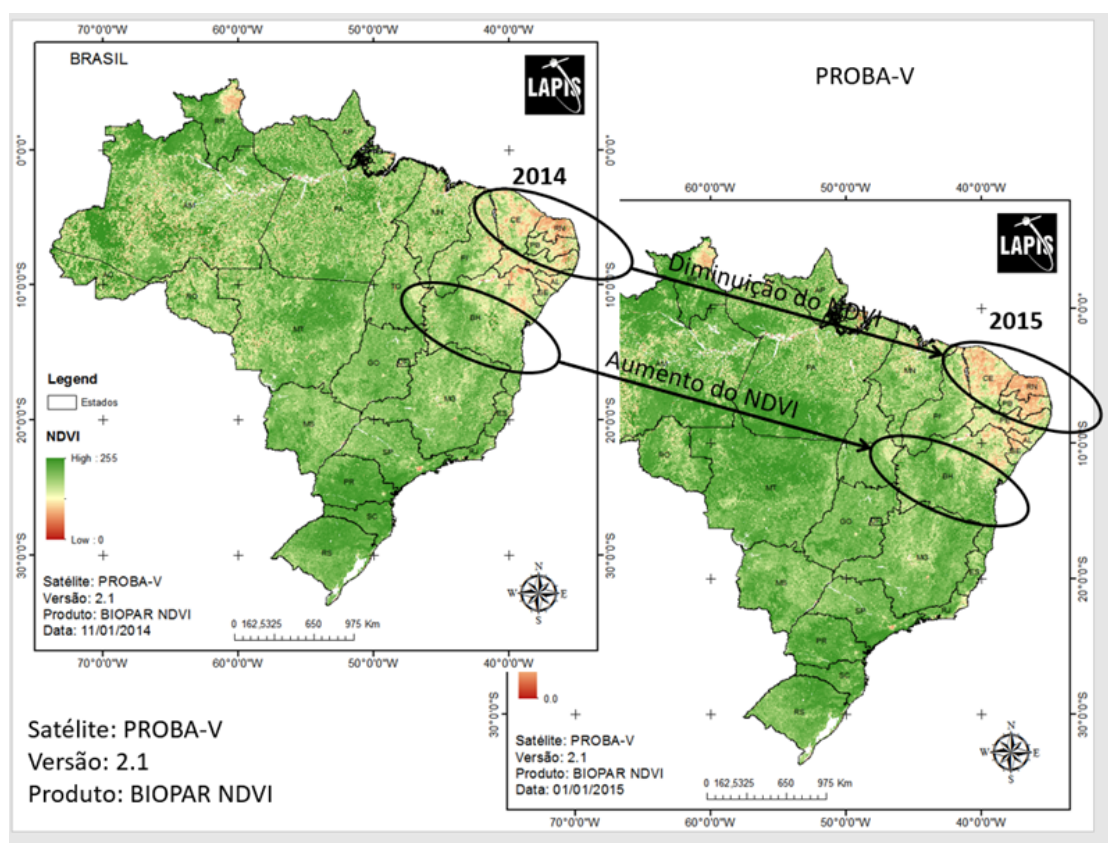


Os 15 fatos que você precisa saber sobre uso de NDVI na agricultura

Por Letras Ambientais

sábado, 06 de março de 2021

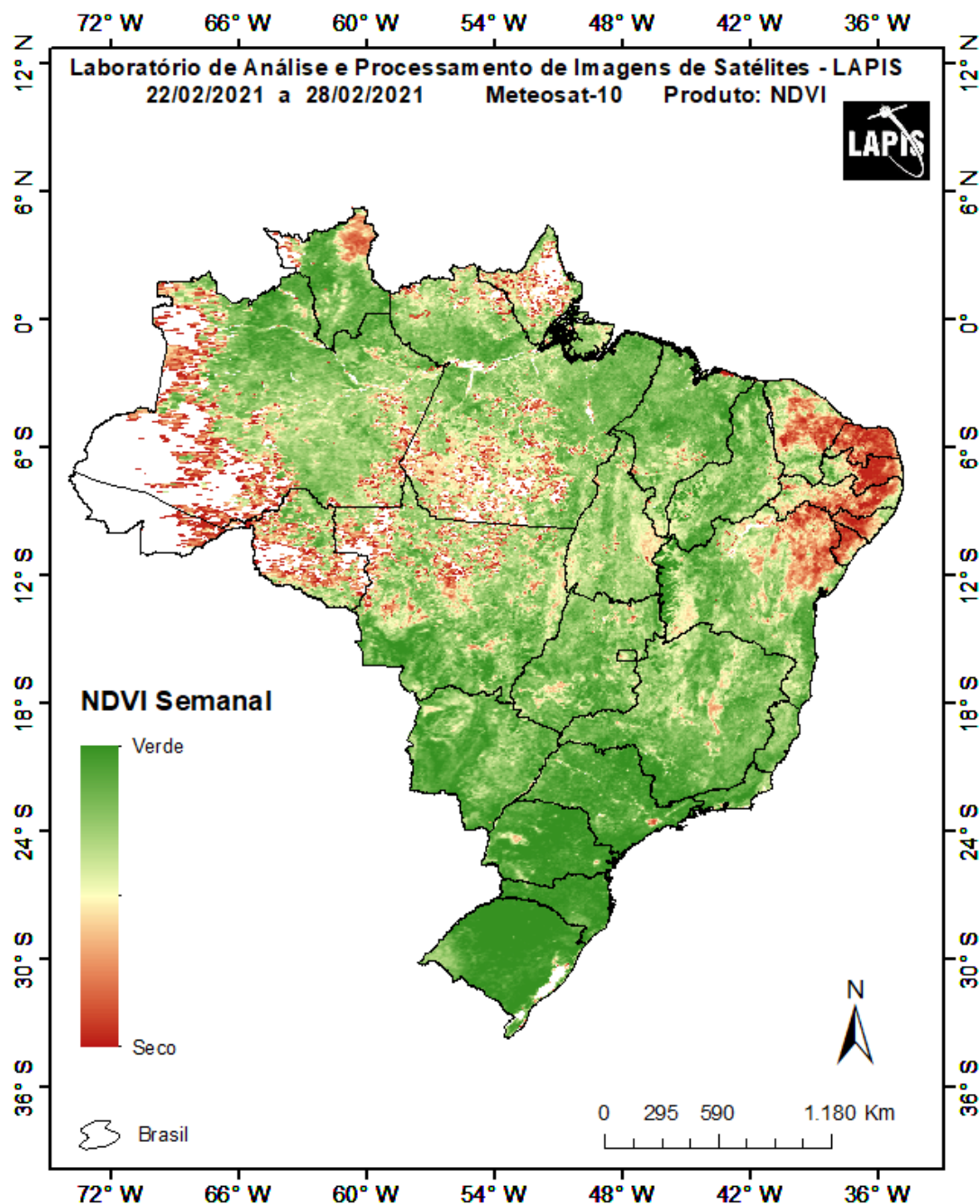


Neste post, você vai conhecer os principais **índices de vegetação utilizados pelos profissionais da agricultura**, bem como as estratégias mais certeiras

para que sejam aplicados com eficiência nas lavouras.

É uma análise completa, com tudo o que você precisa saber sobre **uso dessas ferramentas agrometeorológicas**, na rotina das fazendas.

1) Qual é o índice de vegetação mais importante para a agricultura?



Existem cerca de 100 tipos de índices de vegetação, **amplamente usados para se analisar a cobertura vegetal**. Cada índice é uma fórmula matemática, desenvolvida com base em propriedades de reflectância, estimadas por satélites. São elas: conteúdo de clorofila, conteúdo de água, biomassa fotossinteticamente ativa, pigmentos, entre outras.

Os índices de vegetação podem ser utilizados para estimar vários parâmetros biofísicos e características da vegetação. Por exemplo, o **Índice de Vegetação por Diferença Normalizada** (NDVI – da sigla em inglês *Normalized Difference Vegetation Index*) é um dos mais utilizados, desde 1970, e um dos mais importantes para a agricultura de precisão.

O NDVI é muito utilizado não somente na agricultura, mas também em diversos estudos de monitoramento ambiental. Ele **possibilita fazer diferentes tipos de análises, nas mais diversas escalas**, de determinada região ou plantação. Também permite observar cada talhão (porção de terreno, separada para o plantio de determinada cultura) ou grandes extensões territoriais.

O mapa de NDVI é uma ferramenta com potencial de contribuir para **transformar a produção agrícola**, atendendo às novas demandas da agricultura 4.0.

A imagem de satélite acima representa a **saúde da vegetação no Brasil**, na última semana de fevereiro de 2021. Obtida a partir do satélite Meteosat-11, a

imagem mostra as regiões que se encontram atualmente em condição de seca (estresse térmico), representadas em tons de vermelho.

2) Como o NDVI auxilia na irrigação mais eficiente das lavouras?



O NDVI compara, matematicamente, a quantidade de luz vermelha visível absorvida e a luz quase infravermelha refletida. **Na planta saudável, o pigmento de clorofila** absorve a maior parte da luz vermelha visível, embora a estrutura celular da superfície das folhas (dossel) reflita a maior parte da luz quase infravermelha.

Isso significa que a atividade fotossintética elevada, normalmente **associada à vegetação densa**, terá menos reflectância na banda vermelha e maior reflectância na banda infravermelha próxima.

As principais vantagens da utilização do NDVI na agricultura estão na eficiência, rapidez e praticidade das estimativas. Ao contrário dos **modelos de monitoramento convencionais**, as técnicas de sensoriamento remoto permitem identificar variabilidade nas lavouras, durante seu desenvolvimento.

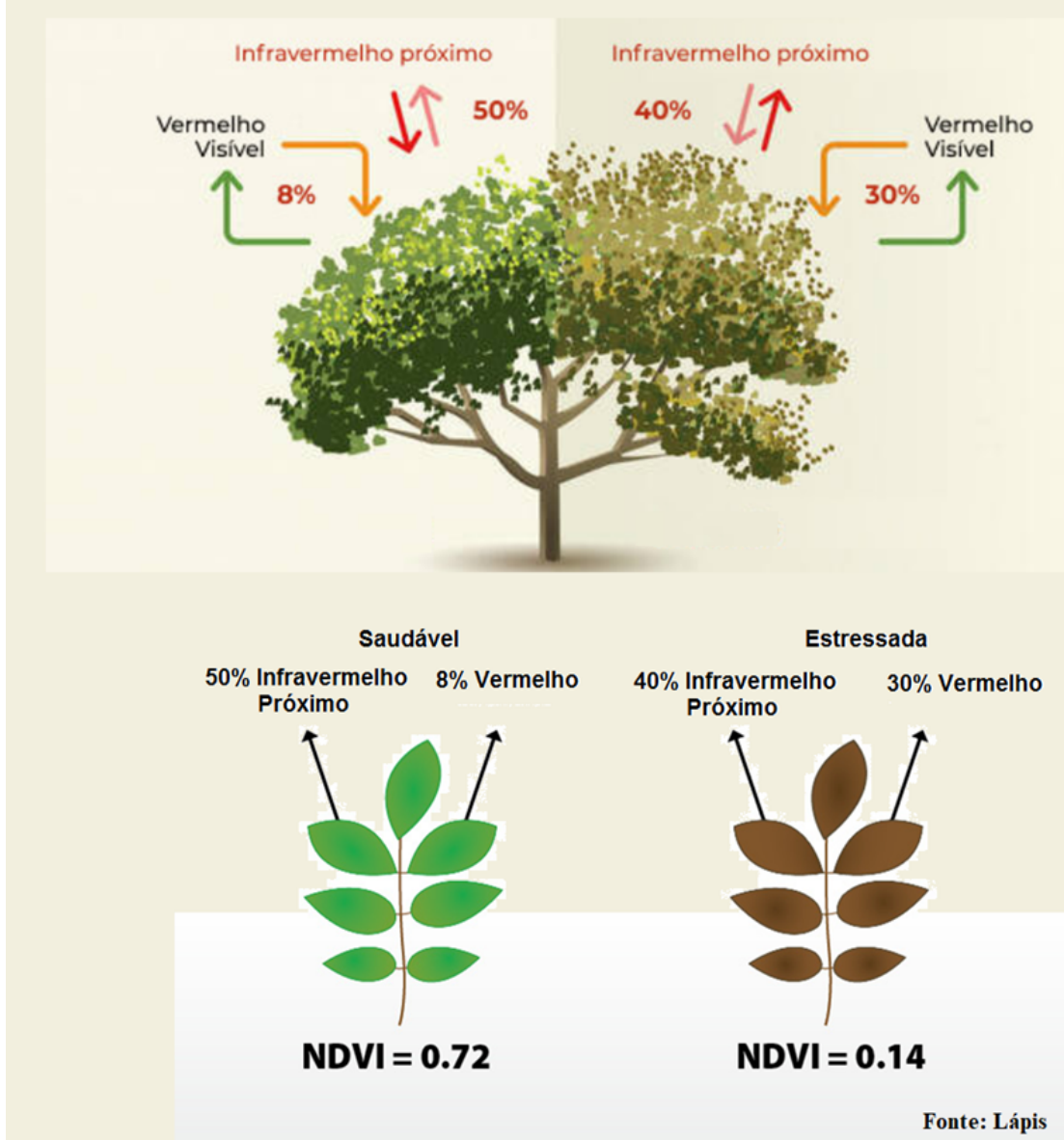
Dessa forma, é possível otimizar a **adubação e o manejo** preciso de pragas e doenças, antes mesmo da colheita.

O NDVI e seus derivados também auxiliam na irrigação mais eficiente das lavouras, pois permitem **mapear as áreas onde a seca do solo já afeta a vegetação**. O planejamento e manejo da irrigação podem ter um diferencial importante nos rendimentos agrícolas, como é o caso do uso eficiente da água e de outros recursos, como tempo e energia elétrica.

Com isso, o sensoriamento remoto se mostra como a solução mais prática, rápida e barata, para se **calcular as reais necessidades hídricas das lavouras**, otimizando os investimentos em recursos, para manter o crescimento satisfatório das plantas.

Monitorar a irrigação em **grandes áreas de plantio**, a partir de dados de satélites, é muito mais eficiente e viável do que implantar instrumentos em campo.

3) Qual valor do NDVI representa lavoura saudável?



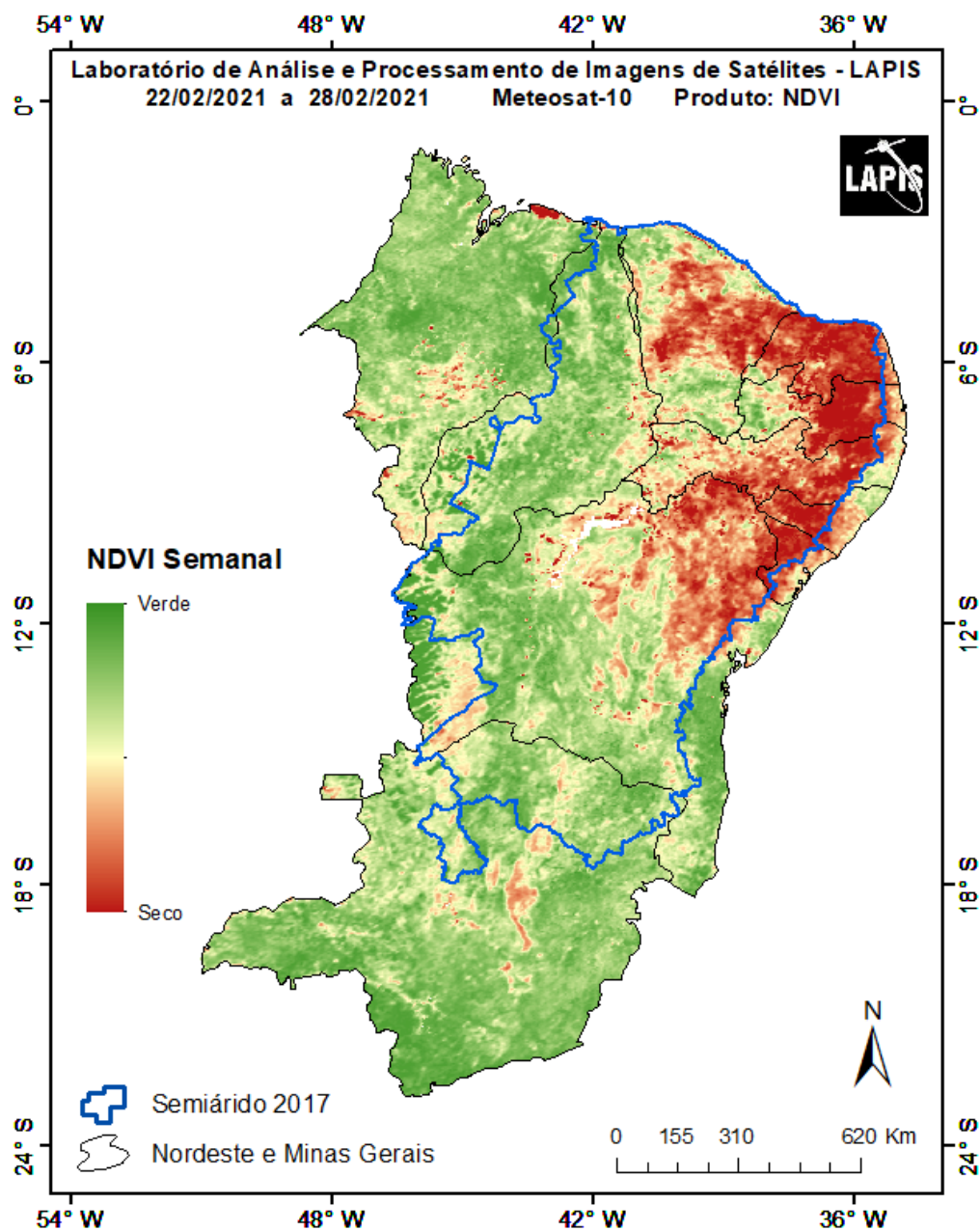
Por se tratar de um índice amplamente utilizado, até os dias atuais, ele **também tem sido explorado em diferentes abordagens**, em estudos de culturas agrícolas, florestais e climáticos.

O NDVI é um indicador numérico adimensional, que utiliza a **diferença entre as reflectâncias do infravermelho próximo e vermelho**, do espectro eletromagnético, produzindo valores que são representados como uma proporção, variando de -1 a 1.

Na prática, os **valores negativos representam água**, estruturas construídas pelo ser humano, rochas, nuvens e neve; valores em torno de zero significam solo exposto, e valores acima de 0,6 denotam a existência de vegetação densa.

No entanto, é apenas uma regra geral e **o profissional da agricultura deve ter sempre em conta a estação do ano**, o tipo de planta e as peculiaridades das lavouras, para saber exatamente o que significam seus valores.

4) Como medir a densidade de vegetação com NDVI?



Na maioria dos sensores de satélite, valores do NDVI variam, em média, entre 0,2 e 0,8, correspondendo a **áreas com vegetação esparsa** (por exemplo, o Semiárido brasileiro); vegetação moderada tende a variar entre 0,4 e 0,6 (por exemplo, o Cerrado); qualquer valor acima de 0,6 indica a maior densidade possível de folhas verdes (por exemplo, floresta).

Quando estiver analisando culturas, o profissional da agricultura deve se certificar de levar em conta **o tipo de lavoura plantada** e a largura da linha, à

medida que interpreta os resultados obtidos.

O problema do NDVI como ferramenta, para se estimar a densidade da vegetação, é que ele se **satura em grandes quantidades de biomassa verde** (por exemplo, floresta amazônica). Ou seja, é possível que o cálculo resulte nos mesmos valores de NDVI, para uma densidade de vegetação baixa e muito alta.

Por isso, recomendamos considerar a utilização de *Enhanced Vegetation Index* (EVI), **uma versão ajustada de NDVI**, especialmente precisa em áreas com uma copa densa (áreas de floresta).

Uma alternativa é o *Normalized Difference Red Edge* (NDRE), um índice bom para lavouras densas permanentes ou outras lavouras desse tipo. O Laboratório Lapis desenvolveu uma metodologia, com técnicas específicas, para se **calcular esse tipo de produto agrometeorológico**, no *software* QGIS.

5) Quais são os principais tipos de índices de vegetação usados na agricultura?



O profissional da agricultura que está em busca de acompanhar a evolução da safra, ao longo do tempo, e **identificar mudanças no vigor da vegetação com facilidade**, deve dominar o uso de índices de vegetação.

São aquelas siglas que costumam aparecer nos noticiários de seguro de colheitas, mas **nem sempre são totalmente compreendidas**.

Existe uma variedade de índices de vegetação, que se baseiam no NDVI. **Usar esses índices, como fatores de ajuste de informação**, para o brilho do solo, efeitos atmosféricos e outros fatores, é necessário. Isto nos ajuda a entender melhor o monitoramento das lavouras e suas limitações.

Dentre os vários tipos de índices de vegetação, **há três deles que consideramos mais importantes**, para quem deseja fazer uma gestão de riscos para a evolução da safra, com mais inteligência: SAVI, EVI e VARI.

a) Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI)

Como o próprio nome sugere, o SAVI surgiu da **necessidade de atenuar os efeitos causados pelo solo**, na captura dos dados. Seu cálculo é realizado pela mesma fórmula do NDVI, acrescido do fator L, que varia de acordo com o maior ou menor grau de cobertura do solo.

O índice SAVI é muito utilizado em áreas que **apresentam baixa densidade de vegetação** (menos de 15% da área total) ou em início de plantio. Seu valor varia entre -1 e +1, considerando que quanto mais vegetação, mais perto de L= 0, mais próximo do NDVI; e quanto mais perto de L= 1, menos vegetação.

b) Índice de Vegetação Melhorado (EVI)

O EVI é calculado de forma similar ao NDVI, apresentando algumas modificações, que **garantem a correção de luz** refletida.

É comum que partículas em suspensão na atmosfera e **sinais de fundo do dossel** (cobertura do solo) levem à formação de reflexos indesejáveis. Esses reflexos prejudicam a captura e conseqüentemente a interpretação dos dados.

c) Índice Resistente à Atmosfera na Região Visível (VARI)

O VARI, assim como o EVI, foi designado para realizar correções dos efeitos atmosféricos. O VARI é destinado principalmente para **detecção de áreas de estresse** nas lavouras.

Diferente dos índices de vegetação anteriores, baseados em sensores infravermelho próximo (NIR), as imagens VARI são **geradas com uso da técnica de composição RGB**, usada para realçar as cores dos alvos mapeados. A tendência de uso de imagens RGB não busca a substituição da tecnologia NDVI, mas sim a ampliação das técnicas de mensuração.

6) Como calcular NDVI no QGIS e analisar séries históricas?



Para calcular o índice NDVI, no [QGIS](#), deve-se utilizar a ferramenta calculadora raster, **carregando os dados necessários**. Utiliza a fórmula padrão do NDVI, no *software*.

Por exemplo, se se estiver utilizando dados Meteosat-11, $NDVI = (VIS0.8 - VIS0.6)/(VIS0.8 + VIS0.6)$, onde a VIS0.6 e a VIS0.8 significam **bandas centradas no comprimento de onda** do vermelho e infravermelho próximo, respectivamente.

O principal diferencial do Laboratório Lapis é **gerar produtos do NDVI, em frequência diária**, para todo o Brasil, que consolidou uma metodologia exclusiva, para que qualquer profissional da agricultura consiga calcular, com facilidade, esses produtos agrometeorológicos.

Os dados já são disponibilizados, em formato GeoTIFF, de modo que não é necessário **introduzir dados específicos**, para calculá-lo no QGIS.

Apesar de hoje em dia **os índices de vegetação estarem crescendo no mercado**, seu conceito data da década de 1970. Quando acompanhamos algum índice de vegetação, ao longo do tempo, é fácil relacionar o valor do índice, a um determinado período, com áreas de estresse nas lavouras.

Em outras palavras, ele reflete a condição da “**saúde da vegetação**”, capturado dos dados (ou imagens). Cada um apresenta uma finalidade e funcionalidade diferente, sendo utilizados mundialmente, não apenas na avaliação de lavouras.

A metodologia desenvolvida pelo Laboratório Lapis também permite elaborar **séries históricas temporais de NDVI**, como estratégia para otimizar os resultados da produção agrícola, a partir da construção de inteligência de

dados sobre suas lavouras.

7) O que o NDVI mensura nas lavouras?



Em termos simples, o NDVI mede o estado e a saúde da vegetação ou o vigor das lavouras. Esse produto é um indicador de verde e **tem uma forte correlação com a biomassa verde**, o que é um indicativo de crescimento e indicador fotossinteticamente ativo.

Sabe-se também que seus valores têm uma **alta correlação com o rendimento das lavouras**, o que significa que pode ser utilizado como ferramenta, para se estimar a produtividade das lavouras e prever o rendimento futuro.

8) Pode o NDVI mostrar as fases de crescimento das lavouras?



De fato, os valores do NDVI, obtidos com dados de satélite, com alta resolução temporal (por exemplo, MODIS, **disponibilidade de imagens com frequência diária**), têm uma forte correlação com as fases fenológicas das lavouras (afloramento, maturidade e colheita).

No entanto, existem certas limitações. Por exemplo, durante as **fases iniciais de crescimento das lavouras**, quando a área foliar verde é pequena, os resultados de NDVI são muito sensíveis aos efeitos de fundo do solo.

O índice também pode se saturar em fases posteriores, **quando as culturas atingem o dossel do cultivo**, e produzir resultados imprecisos.

9) O valor do NDVI é distinto para cada tipo de lavoura?



Sim. Cada tipo de lavoura tem uma estrutura de dossel (copa) e **fases de crescimento diferentes**, requerendo condições agrometeorológicas específicas, para crescer adequadamente.

Esses fatores influenciam nas propriedades de reflectância das lavouras e, como resultado, **produzem diferentes valores do NDVI**, para cada tipo de plantação.

Quanto maior o contraste entre o valor de radiação absorvido pelo vermelho e refletido pelo infravermelho, **significa que a lavoura está vigorosa**. Se os valores entre ambos estiverem próximos, ela está sob estresse hídrico. Daí a razão por que o NDVI é um indicador muito utilizado para monitoramento de

secas.

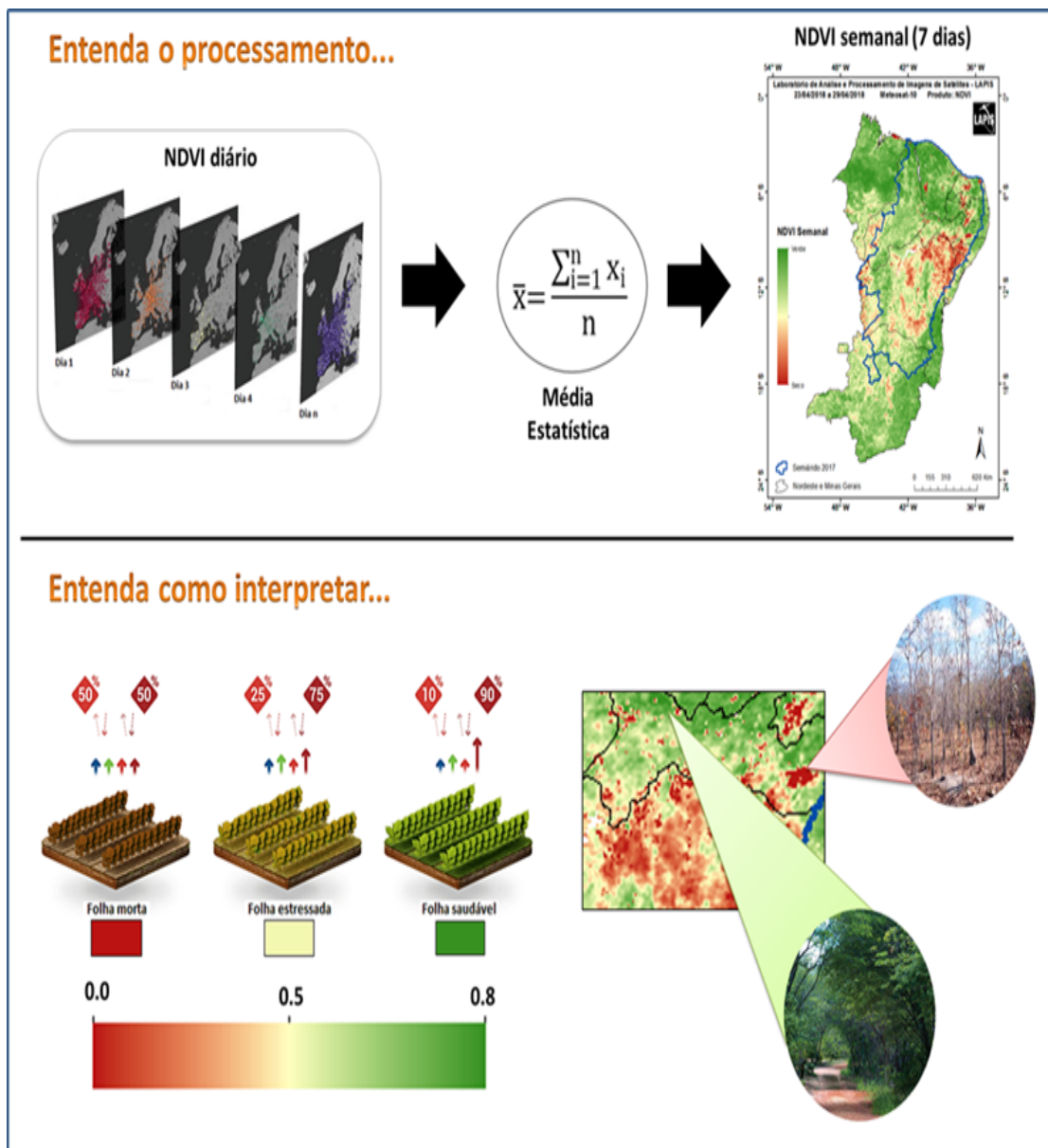
10) Qual o valor ideal de NDVI para lavouras de trigo/soja/milho?



Infelizmente, não existem normas estabelecidas de valores de referência de NDVI, para **diferentes tipos de lavouras**. Cada plantação é única e as leituras dependem de uma combinação de vários fatores (clima, tipo de solo e práticas de gestão agrícola).

Recomendamos aos profissionais da agricultura a obtenção de dados de satélite, ao longo de várias estações. Com isso, é possível **gerar séries temporais de NDVI**, para identificar os padrões de cultivo e os valores normais para seu próprio campo.

11) Como interpretar imagens de satélite para produção agrícola?



Tradicionalmente, os valores do NDVI são apresentados como um mapa, em cores, no qual cada tom corresponde a determinado valor. Não existe uma paleta de cores padrão, mas a maioria dos **softwares de Sistema de Informação Geográfica (SIG)**, como o **QGIS**, utiliza o “vermelho-verde”.

Essa escala de cores significa que **as tonalidades vermelho-alaranjado-amarelo indicam solo desnudo**, ou vegetação morta/esparsa (seca), e todas as tonalidades de verde são um sinal de cobertura vegetal, de normal a densa.

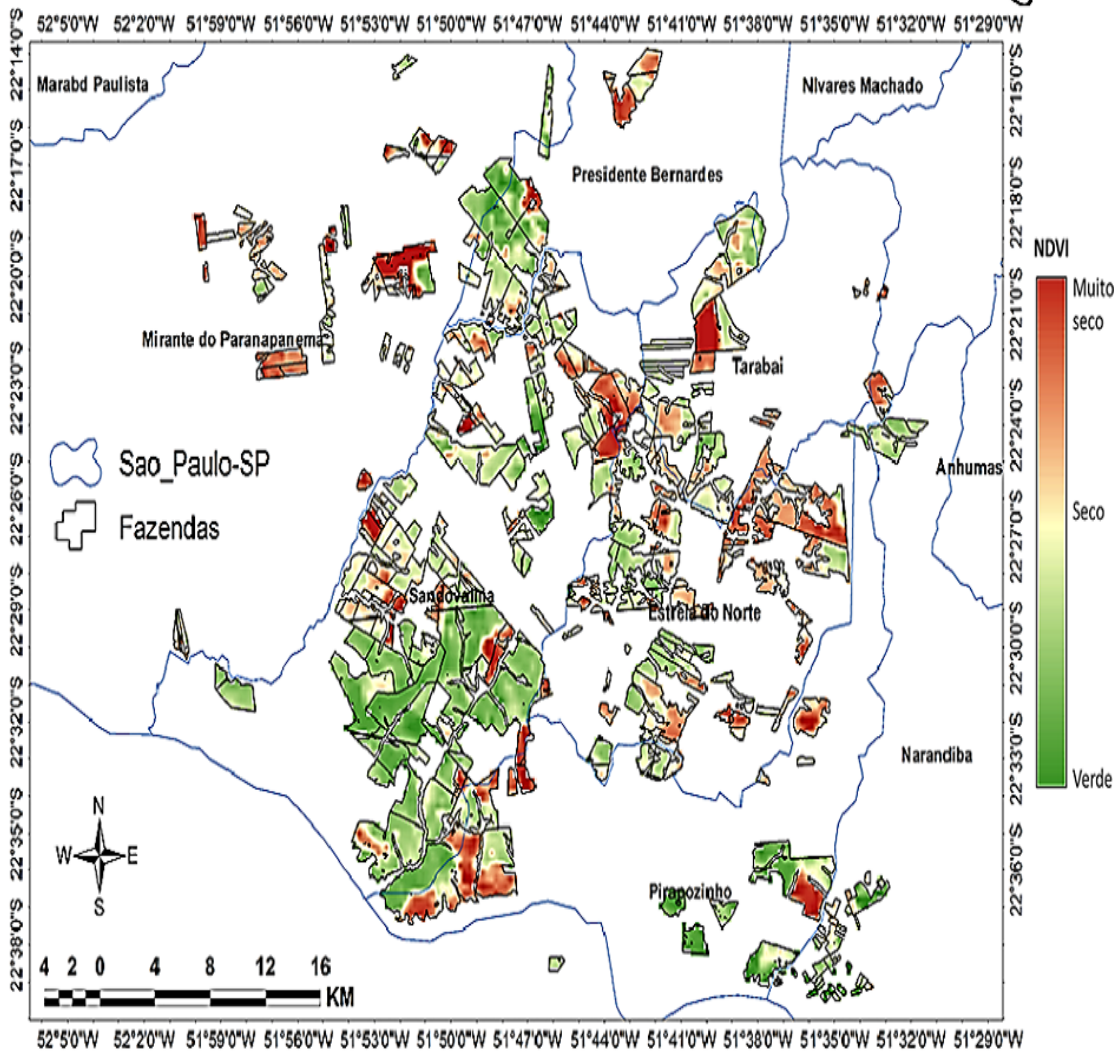
Se ainda não souber como é a **interpretação de imagens do NDVI**, basta verificar a legenda do índice, como a que temos no mapa acima, obtido a partir de dados do satélite Meteosat-11. E lembre-se que cada software permite criar imagens do NDVI com sua própria paleta de cores.

O mapa acima exemplifica como é calculado o NDVI, no **mapeamento da cobertura vegetal**, do Semiárido brasileiro. A escala do NDVI varia de 0,0 (cor vermelha) a 0,8 (cor verde).

Observe, pela imagem de satélite da região, onde é mostrada a cor verde, **significa vegetação vigorosa**, enquanto as áreas em vermelho, identificam vegetação seca.

A diferença entre **as colorações vermelha e verde** é mostrada no lado direito, com análise de pontos específicos do estado de Pernambuco, onde a caatinga aparece, respectivamente, seca e verde.

12) Como o monitoramento por satélite na gestão agrícola pode reduzir perdas?



O NDVI é uma das inovações mais populares, utilizadas na agricultura de precisão. Trata-se de **um processo tecnológico que permite a representação e a análise** da condição da vegetação, de determinada área ou região, sem necessidade do contato direto com ela, ou seja, as informações são coletadas remotamente.

Dessa forma, suas **aplicações na agricultura** possibilitam gerenciar plantações, em larga escala, de forma padronizada, diminuindo as perdas e

aumentando a produção.

A imagem acima apresenta os valores de NDVI, obtidos para talhões de fazendas do interior de São Paulo, em janeiro de 2017. O **mapeamento das condições da vegetação**, realizado pelo Laboratório Lapis, auxiliou profissionais da agricultura a obterem uma visão de conjunto, sobre a variabilidade climática na região.

Os avanços tecnológicos e a redução significativa dos custos **tornaram viável a aplicação**, em larga escala, de imagens de satélite na agricultura. Essas ferramentas e informações representam um grande potencial de contribuir com o aumento da produtividade agrícola.

O processamento digital de imagens de satélite permite aos **profissionais da agricultura planejarem a produção**, de forma mais estratégica. Além disso, possibilita identificar anomalias na lavoura e implementar ações corretivas ao longo da safra, obtendo, assim, melhores resultados.

As tecnologias de sensoriamento remoto oferecem aos produtores rurais **uma visão ampla e detalhada da fazenda**, talhões e lavouras, bem como topografia, solos e vegetação.

Por meio das imagens de satélites, os agricultores são capazes de identificar, em questões de segundos, **as áreas com menor produtividade**, devido a problemas como pragas, doenças ou falhas no sistema de irrigação, bem como as regiões onde a produtividade é superior.

A tecnologia também **possibilita visualizar anomalias**, tanto na plantação e no solo quanto em florestas e nos corpos d'água.

O NDVI é um exemplo de como as **imagens de satélite podem ser processadas** digitalmente e utilizadas na agricultura, visando orientar e melhorar a produção.

O resultado do processamento dessas imagens mostra diferentes colorações, indicando as **áreas onde a vegetação apresenta maior vigor**, o que, na lavoura, significa maior produtividade. Também mostra as áreas com menor densidade vegetativa ou com algum tipo de anomalia.

Dessa forma, o profissional da agricultura **pode analisar essas imagens**, identificar potenciais problemas e, por fim, adotar medidas para corrigir as falhas, reduzindo perdas e elevando a produtividade.

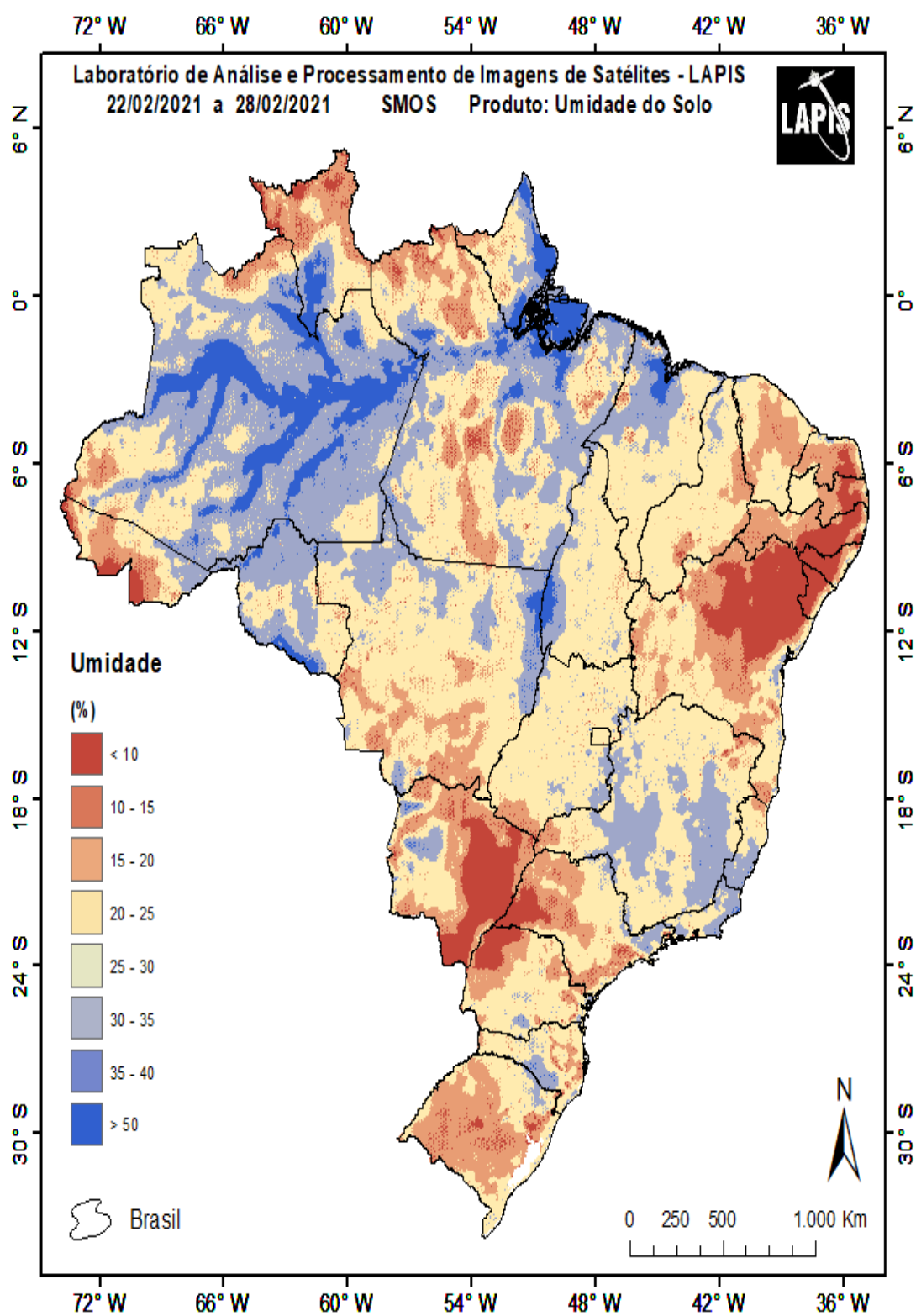
Como mencionamos acima, os resultados do índice de vegetação **podem variar de -1 a +1**. Os valores iguais ou menores que zero indicam ausência de vegetação, áreas de água ou solo exposto e rochas.

Nesses locais, há **pouca atividade fotossintenticamente ativa** e, com isso, baixa quantidade de vegetação. Os valores próximos a 1 indicam grande quantidade de vegetação.

Na prática, o valor do NDVI representa a presença de vegetação. Quanto maior ele for, **mais elevada será a cobertura vegetal do local**. Portanto, o

NDVI é frequentemente utilizado na medição da intensidade da atividade de clorofila nas plantas, podendo inclusive permitir realizar comparações com períodos anteriores.

13) Como monitorar a seca, a partir de mapas do NDVI?



A seca é um fenômeno natural difícil de se espacializar, com utilização de sistemas convencionais de levantamento. Desse modo, **as técnicas de sensoriamento remoto surgem como a melhor opção** para seu monitoramento, pois permitem coletar dados de maneira sistemática e

objetiva.

Uma nova maneira de detecção da seca surgiu com o desenvolvimento de sensores orbitais de observações da Terra, principalmente no domínio óptico e do infravermelho. Com isso, é possível **desenvolver técnicas para quantificar a seca** e entender melhor o início do evento, seu grau de severidade e sua extensão espacial.

A partir de imagens de satélite, o NDVI permite analisar a **resposta da vegetação à seca**, estabelecendo uma relação da quantidade de radiação fotossinteticamente ativa, resultando em uma medida do vigor da cobertura vegetal.

Indiretamente, esse indicador também possibilita o estudo do déficit hídrico de **determinada área ou região**, associado às condições da umidade do solo e temperatura da superfície terrestre, que influenciam na saúde da vegetação.

Uma característica importante na gestão de desastre natural, em geral, é que deve ser focada tanto no desastre como no risco. No caso da seca, **a diferença entre a gestão do risco do evento climático** e dos seus impactos é o tempo de resposta e as medidas adotadas.

Assim, técnicas de sensoriamento remoto contribuem significativamente na gestão da seca, nas fases de mitigação, sendo preciso conhecer **o risco de seca e vulnerabilidade de uma região**, bem como dispor de planejamento e

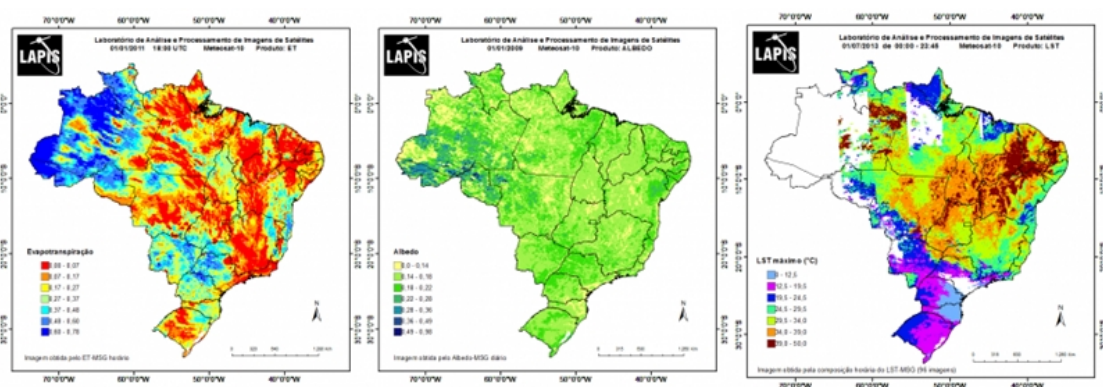
gestão tanto da água como do solo.

Neste post, foi possível perceber o quanto é **importante e necessário o uso do NDVI** no planejamento e gestão, de diversas fases da produção agrícola.

A ferramenta também é útil na avaliação dos impactos da seca:

caracterização e mapeamento da área afetada, **análise de uso e cobertura do solo**, persistência do estresse da vegetação, estudo da população na área impactada, rendimento agrícola e impactos associados à indisponibilidade de água.

14) O produto mais poderoso que o NDVI para mapear impactos locais da seca



Existem vários tipos de índices de vegetação, que se baseiam no popular NDVI. Criado em 1974, **o NDVI permite analisar a condição da vegetação**, geralmente a partir do uso de imagens de satélites.

Mas outro importante índice, derivado do NDVI, é o Índice de Condição da Vegetação (VCI), desenvolvido em 1988, pelo cientista Felix Kogan, da NOAA. Esse produto agrometeorológico **permite identificar as diferenças**

locais, na produtividade de um ecossistema, de acordo com a influência do clima e das características geográficas, no desenvolvimento da vegetação.

O VCI representa a **porcentagem de NDVI**, em relação à sua máxima amplitude, em cada local, sendo calculado a partir da diferença entre o máximo e mínimo do NDVI registrado, nos anos anteriores.

O diferencial do VCI é estimar os impactos do clima sobre a vegetação, em **áreas não homogêneas**, considerando que o desenvolvimento local da vegetação também depende das diferenças de recursos geográficos (clima, solo, tipo de vegetação e topografia).

Quando estimamos os **impactos do clima sobre a vegetação**, apenas com o uso direto do NDVI, essas diferenças locais não são consideradas.

Assim, o VCI permite retratar, de forma mais aprimorada do que o NDVI, a dinâmica de precipitação, pois **não apenas descreve a cobertura vegetal**, de determinada área. Ele também possibilita estimar as mudanças espaciais e temporais da vegetação, além dos impactos do clima sobre o vigor vegetativo de culturas ou vegetação natural.

Por essa razão, o produto é muito utilizado por profissionais da agricultura, especialmente para um **mapeamento mais adequado** dos impactos locais da seca e para a estimativa da produtividade das lavouras.

15) Os produtos de satélites essenciais à tomada de decisão no setor sucroalcooleiro



O livro "Um século de secas" e a obra "Sistema Eumetcast" tratam do uso do NDVI na gestão agrícola. O primeiro livro aborda a **aplicação desse indicador, para analisar mais de um século de secas**, no Semiárido brasileiro. Já o segundo explica a tecnologia de obtenção e processamento dos dados de satélites. Para conhecer os livros, [clique aqui](#).

O monitoramento por satélite complementa o conhecimento adquirido, no campo, **pelos profissionais da agricultura**. As observações *in loco* permitem orientar e calibrar a análise dos dados de satélite.

Combinar essas informações, com séries de longo prazo disponíveis, permite **análises espaciais ainda mais inteligentes**, para a agricultura.

O uso de imagens de satélites está entre as principais ferramentas, que **tendem a crescer, no setor agrícola**. Dentre as vantagens, encontra-se a

possibilidade de se economizar tempo, esforço e recursos, necessários para a tomada de decisão, relacionada ao manejo das lavouras.

A estimativa da produtividade agrícola tem importância para o planejamento estratégico, dos diversos setores da agricultura. Dessa forma, permite **estimar o quanto a produção será processada** e armazenada, facilitando a tomada de decisão sobre a comercialização dos produtos.

Geralmente, dados meteorológicos e de sensoriamento remoto são **capazes de gerar resultados espacializados**, que podem ser relacionados com a variabilidade produtiva e interanual das culturas.

Essas técnicas são utilizadas para estimar a produtividade das lavouras, **a partir de componentes como balanço de radiação**, precipitação, temperatura de superfície, evapotranspiração potencial, balanço de energia, entre outros.

O monitoramento por imagens multiespectrais fornece muitas vantagens aos agricultores. Este monitoramento permite **identificar rapidamente algum problema no talhão**, doenças, erosão, falta de nutrientes no solo ou qualquer outra dificuldade.

O satélite, com imagens multiespectrais, é a tecnologia que pode auxiliar no monitoramento de canavial. Enquanto as **câmeras digitais convencionais empregam 3 bandas**, as imagens multiespectrais captam até 12 bandas e, com isso, um grande nível de detalhamento – o que possibilita a detecção de

diversos problemas dos canaviais.

A identificação do problema como um todo é feita pela desuniformidade da lavoura. Assim, **a usina pode localizá-lo e enviar uma equipe para checar** o ponto identificado, otimizando o trabalho em campo. A solução é recomendada para todos os estágios de desenvolvimento do canavial, permitindo o monitoramento contínuo de todas as suas áreas.

As imagens multiespectrais (o produto NDVI diário do Meteosat-11) acima **apresentam a condição da cobertura vegetal**, de fazendas do interior de São Paulo. A área é ocupada por operações agroindustriais, que produzem toneladas de cana de açúcar, para fabricação de bioenergia (Etanol).

Na ocasião, o mapeamento das condições da vegetação auxiliou os **produtores a obterem uma visão de conjunto** sobre a estiagem, que afetava alguns talhões, além de outras informações estratégicas para tomada de decisão.

Conclusão

O NDVI e seus derivados são muito utilizados na modelagem agrometeorológica, hidrológica e meteorológica. Apesar da **ampla validação desse indicador**, já acumulada pela comunidade científica, recomenda-se ao profissional da agricultura primeiro validar o mapeamento por sensoriamento remoto com os dados na superfície do campo.

O conhecimento das condições ambientais da região analisada é importante para **orientar a tomada de decisão** com mais eficiência e segurança, tornando-se uma ferramenta fundamental à gestão agrícola.

Mais informações

No vídeo abaixo, acesse uma **aula gratuita** sobre aplicações do NDVI, com o professor Humberto Barbosa, fundador do Laboratório Lapis.

Inclusive, o Laboratório está com inscrições abertas para seu Curso prático, que ensina a dominar o [QGIS](#), do básico ao avançado. O Curso "Mapa da Mina" **é um treinamento totalmente online**, que ensina a produzir mapas, processar e analisar imagens de satélite, para monitoramento agrícola e ambiental. Para conhecer como funciona o método, assista a [este vídeo](#).

**Post atualizado em: 08.05.2023, às 08h39.*

COMO CITAR ESTE ARTIGO:

LETRAS AMBIENTAIS. [Título do artigo]. ISSN 2674-760X. Acessado em: [Data do acesso]. Disponível em: [Link do artigo].