

## Capítulo 7

# Zoneamentos de Uso Agrícola

Jose Eduardo Boffino de Almeida Monteiro

O zoneamento é um instrumento do planejamento territorial, caracterizado pela aplicação de um conjunto de regras que procura regular o uso e a ocupação do território. No caso do meio agrícola, visa definir os usos ou práticas agrícolas permitidos, preferenciais ou vedados para um determinado local, tipo de solo ou época de cultivo.

No Brasil, diversos tipos de zoneamento têm sido utilizados para orientar a produção agrícola ou mesmo políticas públicas para a gestão do uso da terra. Os mais conhecidos, utilizados ou difundidos são o Zoneamento Agrícola de Risco Climático (Zarc), o Zoneamento de Aptidão Agrícola e o Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE).

### **Zoneamento Agrícola de Risco Climático (Zarc)**

O risco climático para a agricultura pode ser definido como a probabilidade de ocorrência de um evento meteorológico que pode causar impacto negativo a uma cultura agrícola ou atividade agropecuária.

A agricultura é uma atividade de elevado risco e significativa incerteza. Tais riscos decorrem da instabilidade das condições meteorológicas, ocorrências sanitárias e oscilações do mercado (Guimarães; Nogueira, 2009). Estudo recente apoiado pelo Banco Mundial indica que o Brasil perde, anualmente, mais de R\$ 11 bilhões devido a riscos que poderiam ser geridos de forma mais eficaz (Arias et al., 2015). Em muitas regiões do globo, mais de 60% da variabilidade e risco total de produção são causados pela variabilidade das condições meteorológicas e, no Brasil, esse índice fica entre 15 e 75%, dependendo da região e cultura analisada (Ray et al., 2015). Isso ocorre porque os agricultores exercem pouco ou nenhum controle sobre fenômenos naturais como secas, geadas, ondas de calor, vendavais e granizo (Monteiro, 2009).

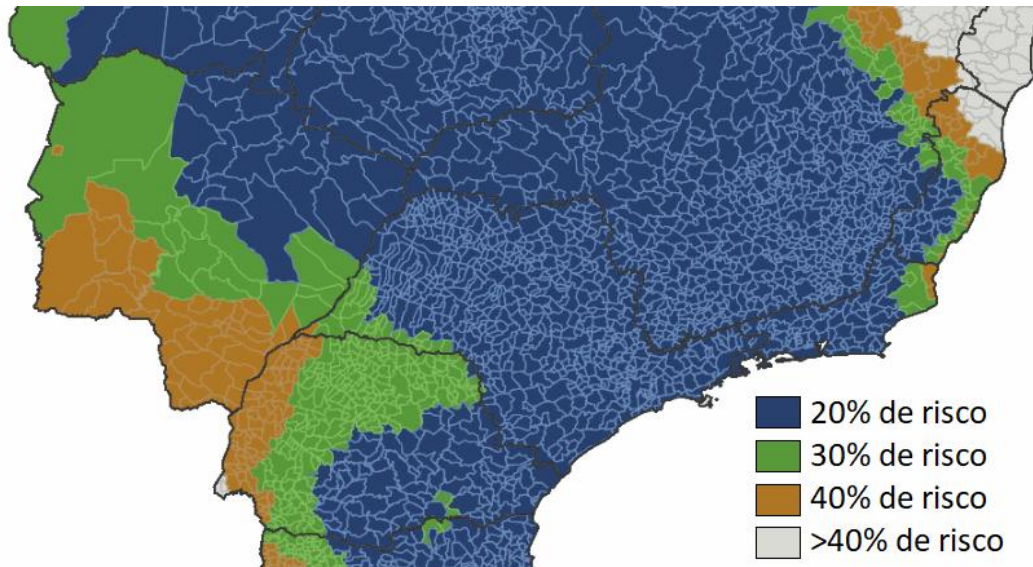
O risco climático para uma determinada cultura é estimado considerando suas características e necessidades específicas, como durações do ciclo e períodos críticos, confrontadas com condições meteorológicas também específicas que poderiam comprometer o crescimento e a produtividade do cultivo, como períodos de estiagem durante a fase de florescimento e enchimento de grãos, geada, chuva excessiva

impactando a mecanização da colheita ou afetando a qualidade dos grãos, chuva e umidade excessiva favorecendo doenças fúngicas e temperaturas muito altas causando o abortamento de flores ou a queda de frutos em fase inicial de formação.

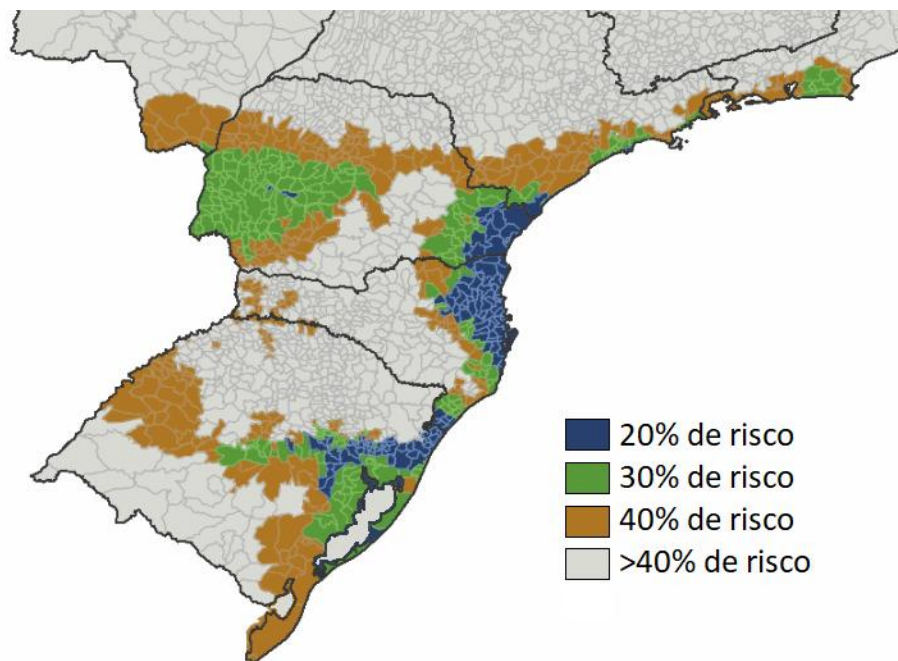
Nesse processo, utilizam-se, normalmente, modelos de cultura ou de balanço hídrico de cultivos que usam séries históricas de dados meteorológicos, de preferência com 30 anos de duração. Porém, dada a necessidade de considerar também o número de postos e a distribuição espacial, para efeito de análise espacial, são utilizadas séries com 15 a 30 anos de dados. Esse processo de simulação é repetido para diversas datas de plantio ao longo do ano e para milhares de séries de dados em diferentes pontos distribuídos em todo o território nacional, considerando também cenários para diferentes tipos de solo e grupos de cultivares.

Dessa forma, é determinada a frequência de ocorrência de condições meteorológicas desfavoráveis ao cultivo ao longo das séries históricas, e estimado o risco ou a probabilidade de eventos adversos como seca, geada ou chuva excessiva no período de colheita. O resultado final, o Zarc, é uma delimitação no tempo (épocas de plantio) e no espaço (regiões ou municípios) do risco agroclimático, permitindo identificar locais e épocas do ano com maiores chances de sucesso ou menores riscos de frustrações de safra.

A Figura 7.1 apresenta o resultado de um Zoneamento Agrícola de Risco Climático (Zarc) para a cultura do feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) no Centro-Sul do Brasil, variedades de ciclo intermediário e solos de média capacidade de armazenamento hídrico (45 mm) e plantio em 15 de novembro. O mapa mostra o risco médio de cada município em classes de até 20% (azul), maior que 20 e menor que 30% (verde), maior que 30 e menor que 40% (laranja) e maior que 40% (cinza claro). Nesta época de plantio, o resultado do Zarc reflete apenas o risco resultante da deficiência hídrica. Na Figura 7.2, por outro lado, com plantio em 15 de agosto, o resultado do Zarc reflete também o risco de ocorrência geada, bastante pronunciado nas regiões a partir do centro do Paraná em direção ao Sul.



**Figura 7.1.** Zoneamento Agrícola de Risco Climático (Zarc) para a cultura do feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) no Centro-Sul do Brasil, variedades de ciclo intermediário e solos de média capacidade de armazenamento hídrico (45 mm) e sementeira em 15 de novembro.



**Figura 7.2.** Zoneamento Agrícola de Risco Climático (Zarc) para a cultura do feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) no Centro-Sul do Brasil, variedades de ciclo intermediário e solos de média capacidade de armazenamento hídrico (45 mm) e sementeira em 15 de agosto.

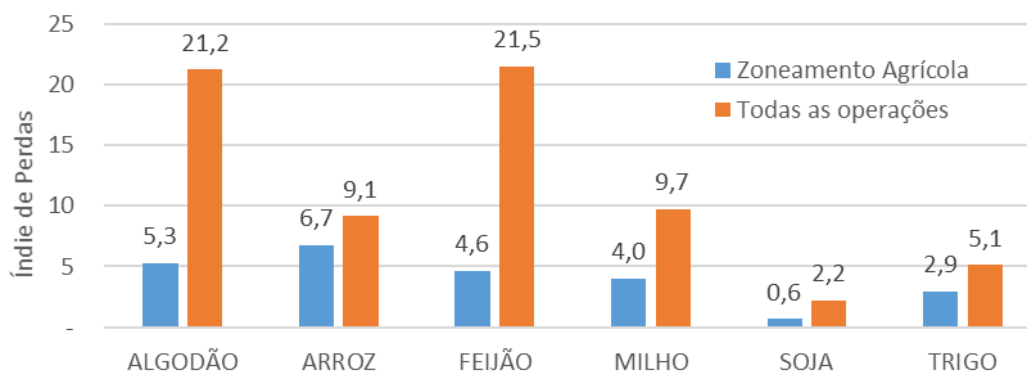
No Brasil, ocorre um caso de uso do Zarc de grande sucesso, que é utilizado há mais de 20 anos para orientar políticas agrícolas relacionadas a mecanismos de mitigação e transferência de risco. Na década de 1970, com o objetivo de reduzir os riscos tomados pelos produtores, o Governo Federal criou o Programa de Garantia da

Atividade Agropecuária (Proagro), com mecanismos para indenizar perdas causadas por condição meteorológica adversa que afete rebanhos e plantações (Brasil, 2017). Os primeiros anos desse Programa foram marcados por déficits elevados e fraudes (Ferreira, 2008; Santos; Martins, 2016). Uma fraude frequente consistia na implantação da cultura em épocas de elevado risco climático, sem as práticas e os insumos necessários, para provocar ou ampliar a perda de produção, com vistas a receber a indenização (Capellesso, 2016). Quando ocorria perícia, o insucesso da cultura era justificado pela ocorrência de sinistro climático.

Estudo encomendado pelo Instituto de Pesquisas Econômicas e Aplicadas (Ipea), em 1993, (Göpfert et al., 1993) apontava seca e chuva excessiva como causas de 95% das frequentes perdas em lavouras cobertas pelo Proagro (Santos; Martins, 2016).

Por demanda do Mapa, em 1995, teve início o projeto Redução de Riscos Climáticos sob coordenação da Comissão Especial de Recursos (CER/Proagro) e execução da Embrapa. Esta última, com a cooperação de instituições de ensino e pesquisa estaduais, desenvolvia, testava e aplicava as metodologias de avaliação de risco climático (Rossetti, 1998; Biudes, 2005), tendo como base os primeiros estudos de Zoneamento desse tipo, que foram publicados pela Embrapa Arroz e Feijão ainda na década de 1980 (Steinmetz et al., 1988; Steinmetz; Silva, 2017). Esse projeto foi o precursor do Zarc tal qual existe hoje (Santos; Martins 2016).

A partir de 1996, por recomendação do Comitê Monetário Nacional (CMN), o Bacen estabeleceu alíquotas diferenciadas aos beneficiários do Proagro que optassem por seguir as indicações do Zarc para arroz, feijão, milho, algodão, soja e trigo (Santos; Martins 2016; Rossetti, 1998). A partir dessas mudanças, observou-se uma redução significativa na perda de lavouras e consequentes pedidos de cobertura pelo Proagro (Santos; Martins, 2016). No Relatório Circunstanciado - 1991 a 1998, sobre a execução financeira do Programa, o Banco Central divulgou índices de perdas bem menores nos contratos que optaram por seguir as indicações do Zarc, em todas as culturas com Zoneamento (Proagro, 1998), conforme Figura 7.3.



**Figura 7.3.** Índices médios de perdas de todas as operações do Proagro, e índice de perdas nas operações que optaram por seguir o Zarc, entre 1991 e 1998.

O índice médio de perdas foi de 2,73% nos contratos que optaram por seguir as recomendações do Zarc para arroz, feijão, milho, algodão, soja e trigo. Por outro lado, nesses cultivos, o índice médio de perdas nos contratos que não seguiram as indicações do Zarc foi de 11,5% (Proagro, 1998). Considerando um cenário hipotético em que os índices de perdas permanecessem em torno de 11,5%, o gasto adicional com indenizações na safra 2016/17 teria sido de pouco mais de R\$ 2 bilhões. Nessa situação, haveria um gasto adicional de R\$ 1 bilhão se comparado ao índice real de perda do Proagro em 2016, que foi de 5,8% (Proagro, 2018) (11,5% → 5,8%).

Em função dos resultados positivos, a partir de 1998, por decisão do CMN, as indicações do Zarc passaram a ser obrigatórias para todos os contratos.

### Zoneamento de Aptidão Agrícola

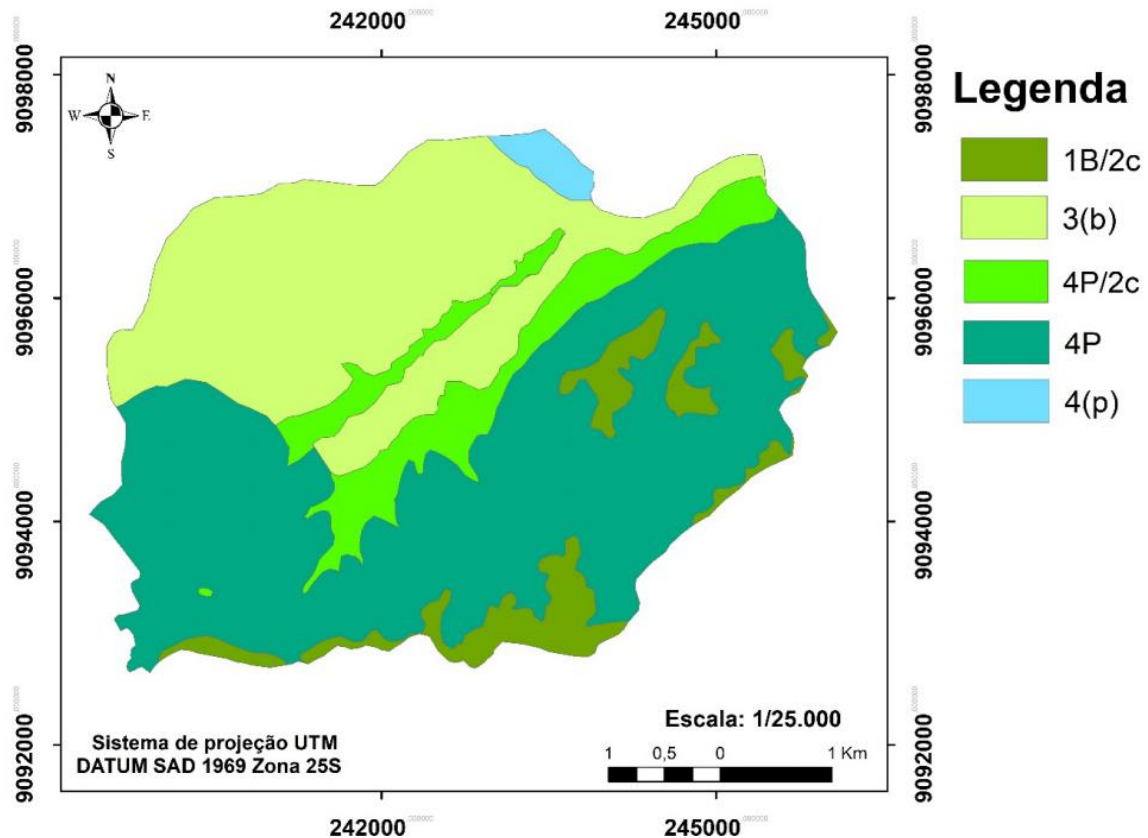
Um dos tipos de Zoneamento utilizados há mais tempo no Brasil é o Zoneamento de Aptidão Agrícola, cujo conceito se estabeleceu e se difundiu principalmente a partir da década de 1960 (Bennema et al., 1964).

O Zoneamento de Aptidão Agrícola constitui-se num instrumento metodológico de avaliação das terras. Tem sido empregado na interpretação de levantamentos pedológicos, com diferentes níveis (do nível exploratório ao nível detalhado), possibilitando a avaliação das potencialidades do território brasileiro, bem como subsidiando planos, projetos e programas voltados ao desenvolvimento sustentável (Pereira; Lombardi Neto, 2004). Normalmente o zoneamento de aptidão considera aspectos adicionais em relação aos zoneamentos edáfico e climático, produzindo informações mais detalhadas sobre a maior ou menor aptidão de um local para a produção agrícola.

Um dos métodos de avaliação da Aptidão Agrícola de terras é o de Ramalho Filho e Beek (1995), que se baseia em orientações contidas no “Soil Survey Manual” (Estados Unidos, 1951) e na proposta da FAO (1976), as quais recomendam que a avaliação seja baseada em resultados de levantamentos sistemáticos, considerando aspectos de solo, clima, relevo, vegetação e geologia, com os atributos deficiência de fertilidade, deficiência de água, deficiência de oxigênio, susceptibilidade erosiva e impedimentos à mecanização. Nesse sistema de avaliação da aptidão são considerados três níveis de manejo, visando prever o desempenho agrícola de terras em diferentes níveis tecnológicos: nível de manejo A (baixa tecnologia), B (média tecnologia) e C (alta tecnologia).

O atributo deficiência de fertilidade é classificado a partir da saturação por bases (V%) em conjunto com capacidade de troca catiônica (CTC) assim como a saturação por alumínio (m%) em conjunto com CTC. A disponibilidade hídrica é classificada a partir do resultado do balanço hídrico climatológico normal. Para análise do atributo susceptibilidade erosiva e também do impedimento à mecanização é a considerada declividade da área. A identificação da deficiência de oxigenação dos solos é analisada pela drenagem dos perfis de solo. Adicionalmente, são considerados níveis de rochosidade e pedregosidade.

Barbosa Neto et al. (2017) aplicaram a metodologia de Ramalho Filho e Beek (1995) e elaboraram o “Zoneamento da aptidão agrícola do médio curso da bacia do rio Natuba, Zona da Mata Centro de Pernambuco”, Figura 7.4.



**Figura 7.4.** Zoneamento da aptidão agrícola do médio curso da bacia do Rio Natuba, Zona da Mata Centro de Pernambuco, com os subgrupos de utilização: 1B - terras com aptidão boa para lavouras no manejo B (média tecnologia), 2c - terras com aptidão regular para lavouras no manejo C (alta tecnologia), 3 (b) - terras com aptidão restrita para lavouras no manejo B (média tecnologia), 4P - terras com aptidão boa para pastagem plantada e 4(p) - terras com aptidão restrita para pastagem plantada.

Fonte: Barbosa Neto et al. (2017).

Em termos de avaliação da aptidão agrícola no Brasil, também tem destaque o sistema de capacidade de uso (Marques, 1971), que é uma classificação técnica ou interpretativa baseada no conhecimento das potencialidades e limitações das terras, considerando em especial a suscetibilidade à erosão, e informando as melhores alternativas de uso das terras. Na hierarquia da classificação existem quatro níveis categóricos divididos em três grupos (A, B, C), oito classes (I, II, III, IV, V, VI, VII e VIII), quatro subclasses: “e” de erosão quanto aos riscos, “s” de solos quanto as limitações, “a” de água quanto aos excessos, “c” de clima com relação as limitações, e diversas unidades de uso.

Aprimoramentos e atualizações metodológicos diversos para o Zoneamento de Aptidão foram propostos a partir da década de 1970. Podem ser citadas algumas contribuições como aquelas promovidas por Tomasi e Ramalho Filho (1971), Ramalho

Filho e Beek (1995), dentre outras. Outro exemplo de atualização metodológica é a de Pereira e Lombardi Neto (2004), em que os autores propõem a incorporação e ajustes de atributos diagnósticos no método de Ramalho Filho e Beek (1995).

### **Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE)**

Em 1981, foi criada a Política Nacional do Meio Ambiente, que trata da criação de mecanismos para gerenciar as atividades que promovam alterações no meio natural do território brasileiro em virtude da necessidade e importância da conservação dos ecossistemas naturais (Brasil, 1981).

O Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) é um instrumento da Política Nacional de Meio Ambiente regulamentado pelo Decreto Federal nº 4.297/2002, que especifica: o ZEE, instrumento de organização do território a ser obrigatoriamente seguido na implantação de planos, obras e atividades públicas e privadas, estabelece medidas e padrões de proteção ambiental destinados a assegurar a qualidade ambiental, dos recursos hídricos e do solo e a conservação da biodiversidade, garantindo o desenvolvimento sustentável e a melhoria das condições de vida da população (Brasil, 2002).

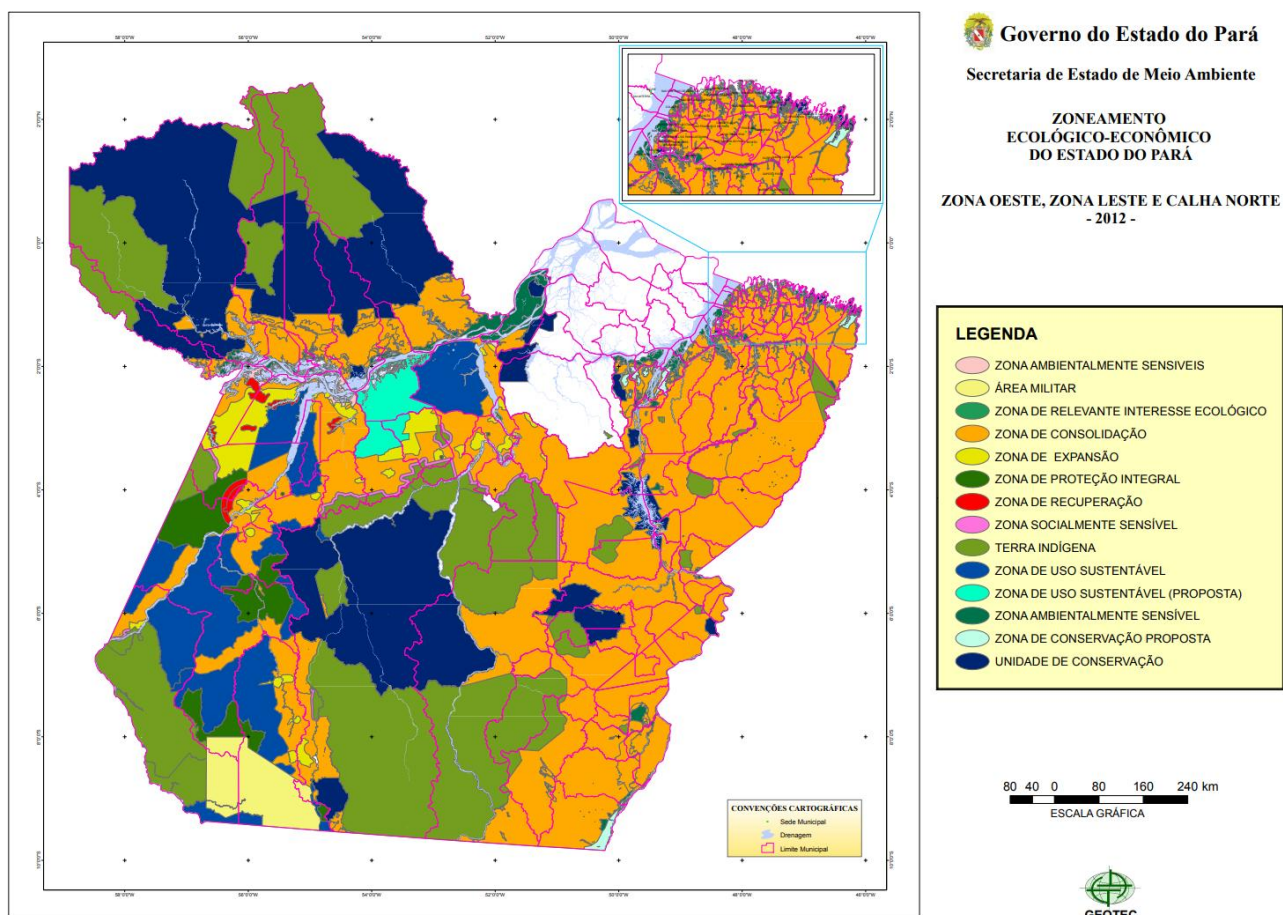
O ZEE tem por objetivo geral organizar, de forma vinculada, as decisões dos agentes públicos e privados quanto a planos, programas, projetos e atividades que, direta ou indiretamente, utilizem recursos naturais, assegurando a plena manutenção do capital e dos serviços ambientais dos ecossistemas.

Este tipo de zoneamento, para a distribuição espacial das atividades econômicas, deve levar em conta a importância ecológica, as limitações e as fragilidades dos ecossistemas, estabelecendo vedações, restrições e alternativas de exploração do território e determinando, quando for o caso, inclusive a realocação de atividades incompatíveis com suas diretrizes gerais. Dessa forma, o ZEE pode ser entendido como um instrumento básico e referencial para o planejamento ambiental e a gestão do processo de desenvolvimento, capaz de identificar a potencialidade e a vocação de um território, tornando-o base do desenvolvimento sustentável, determinando que seja instituído por lei estadual.

A definição das classes de uso e ocupação do território pelo Zoneamento Ecológico Econômico pode variar conforme a região zoneada ou o nível de detalhamento territorial adotado. São exemplos dessas classes: zona de uso especial, zona urbana, zonas de recarga de aquífero, zonas de potencial agrícola, zona de potencial



agrossilvipastoril, zona ambientalmente sensível, zona de relevante interesse ecológico, zona de consolidação, zona de expansão, zona de proteção integral, zona de recuperação, zona socialmente sensível, terra indígena, zona de uso sustentável, zona de conservação, unidade de conservação.



**Figura 7.5.** Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Pará – Zona Oeste, Zona Leste e Calha Norte.

Fonte: Pará (2012).

É importante destacar que o Zoneamento Ecológico Econômico é o principal instrumento de planejamento territorial em execução no país, integrando aspectos de múltiplas dimensões como bioma, fauna e flora, solo, relevo, clima, sociais e econômicos. Nesse contexto, outros tipos de zoneamento, como o Agrícola de Risco Climático, ou o de aptidão agrícola, deveriam ser elaborados e validados para as zonas de uso agrícola sustentável delimitadas previamente pelo ZEE.

A Tabela 7.1 apresenta um resumo das principais características dos Zoneamentos de Aptidão Agrícola, Agrícola de Risco Climático e Ecológico Econômico.

**Tabela 7.1.** Caracterização sumária dos principais tipos de zoneamento para orientação do uso da terra no meio agrícola.

<b>Tipo de zoneamento</b>	<b>Aptidão Agrícola</b>	<b>Agrícola de Risco Climático</b>	<b>Ecológico Econômico</b>
<b>Principais dimensões consideradas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Solo;</li> <li>- Clima;</li> <li>- Relevo;</li> <li>- Vegetação;</li> <li>- Geologia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cultura ou sistema de produção;</li> <li>- Solo;</li> <li>- Clima;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bioma;</li> <li>- Fauna e Flora;</li> <li>- Solo;</li> <li>- Clima;</li> <li>- Relevo;</li> <li>- Socioeconômica;</li> </ul>
<b>Principais atributos e variáveis utilizados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fertilidade;</li> <li>- Deficiência de água;</li> <li>- Deficiência de oxigênio;</li> <li>- Susceptibilidade erosiva;</li> <li>- Impedimentos à mecanização;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Duração do ciclo e fases fenológicas das culturas;</li> <li>- Consumo de água das culturas</li> <li>- Capacidade de armazenamento hídrico do solo;</li> <li>- Oferta hídrica (Índice de satisfação da necessidade de água - ISNA);</li> <li>- Condições térmicas;</li> <li>- Eventos meteorológicos adversos;</li> <li>- Fases sensíveis a eventos extremos;</li> </ul>	<p>Varia conforme a região zoneada ou o nível de detalhamento territorial adotado.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Declividade, drenagem, forma de vertente;</li> <li>- Urbanização, densidade de ocupação, estágio de ocupação, perfil socioeconômico, nível de renda;</li> <li>- Endemismo, diversidade, raridade e ameaça de extinção de espécies;</li> <li>- Serviços ecossistêmicos e ambientais;</li> </ul>
<b>Classificação produzida</b>	<p>Capacidade de uso:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 3 grupos (próprias, adaptáveis, impróprias), oito classes (I, II, ..., VIII) e quatro subclasses;</li> </ul> <p>Aptidão agrícola por atividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lavoura, pastagem plantada, silvicultura e pasto nativo, preservação.</li> </ul> <p>Aptidão agrícola por potencialidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Apta, regular, restrita e inapta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Classificação do nível de risco para a produção agrícola, por data de plantio, tipo de solo e ciclo do cultivar, por região ou município: alto, médio ou baixo risco.</li> <li>- Locais e épocas de cultivo com maior probabilidade de sucesso.</li> </ul>	<p>Varia conforme a região zoneada ou o nível de detalhamento territorial adotado.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zona Urbana;</li> <li>- Zonas de recarga de aquífero;</li> <li>- Zona de potencial agrícola;</li> <li>- Zona de potencial agrossilvipastoril;</li> <li>- Zona ambientalmente sensível;</li> <li>- Zona de relevante interesse ecológico;</li> <li>- Zona de proteção integral;</li> <li>- Zona de recuperação;</li> <li>- Terra indígena;</li> <li>- Outras.</li> </ul>

## Referências

- ARIAS, D.; MENDES, P.; ABEL, P. **Revisão rápida e integrada da gestão de riscos agropecuários no Brasil**. Brasília, DF: Banco Mundial, 2015. 76 p.
- BARBOSA NETO, M. V.; ARAÚJO, M. S. B.; ARAÚJO FILHO, J. C. Zoneamento do potencial agrícola dos solos de uma área de cultivo na Zona da Mata de Pernambuco. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 29, n. 2, p. 295-308, 2017.
- BENNEMA, J.; BEEK, K. J.; CAMARGO, M. N. **Interpretação de levantamentos de solos no Brasil - primeiro esboço**: um sistema de classificação de aptidão de uso da terra para levantamentos de reconhecimento de solos. Rio de Janeiro: [s.n.], 1964. 50 p. Mimeografado.
- BIUDES, F. **Tecnologias da informação e novos usos do território brasileiro**: uma análise a partir do zoneamento agrícola de riscos climáticos para a soja. 2005. 168 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.
- BRASIL. Decreto n. 4.297, de 10 de julho de 2002. Regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 11 jul. 2002.
- BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2 set. 1981.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Proagro**. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/riscos-seguro/risco-agropecuario/proagro>>. Acesso em: 13 dez. 2018.
- CAPELLESSO, A. J. **Crédito e seguro da agricultura familiar**: políticas públicas de apoio à sustentabilidade ou de subsídio a sistemas produtivos de baixa eficiência? 2016. 357 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.
- ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. **Soil survey manual**. Washington, 1951. 503 p. (USDA. Agriculture Handbook, 18).
- FAO. **A framework for land evaluation**. Rome, 1976. 72 p. (FAO. Soils Bulletin, 32).
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes, 1928. Wall-map 150cmx200cm.
- FERREIRA, A. L. C. J. **O seguro como instrumento de política agrícola no Brasil**: evolução e novas perspectivas. 2008. 117 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.
- GÖPFERT, H.; ROSSETTI, L. A.; SOUZA, J. de. **Eventos generalizados e securidade agrícola**: sumário executivo. Brasília, DF: Ipea, 1993.
- GUIMARÃES, M. F.; NOGUEIRA, J. M. A experiência norte-americana com o seguro agrícola: lições ao Brasil? **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 47, n. 1, p. 27-58, mar. 2009.
- LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI JÚNIOR, R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C. R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**: 4a aproximação. Campinas: SBCS, 1991. 175 p.
- MARQUES, J. Q. de A. **Manual brasileiro para levantamento da capacidade de uso da terra**: 3a aproximação. Rio de Janeiro: Escritório Técnico Brasil-EUA, 1971. 433 p.
- MONTEIRO, J. E. B. A. (Org.). **Agrometeorologia dos cultivos**: o fator meteorológico na produção agrícola. Brasília, DF: INMET, 2009. 530 p.
- PARÁ (Estado). Secretaria de Estado de Meio Ambiente. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Pará - Zona Oeste, Zona Leste e Calha Norte**. Belém, 2012. Disponível em: <<https://www.semas.pa.gov.br/diretorias/planejamento-ambiental/zee/>>. Acesso em: 16 dez. 2018.

PEREIRA, L. C.; LOMBARDI NETO, F. **Avaliação da aptidão agrícola das terras**: proposta metodológica. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. 36 p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 43).

PROAGRO: Programa de Garantia da Atividade Agropecuária: relatório circunstanciado 1991 a 1998. Brasília, DF: Banco Central do Brasil, 1998. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/htms/proagro/1998/rel01.asp?idpai=&frame=1>>. Acesso em: 20 dez. 2018.

PROAGRO: Programa de Garantia da Atividade Agropecuária: relatório circunstanciado 2014 a 2017. Brasília, DF: Banco Central do Brasil, 2018.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1995. 65 p.

RAY, D. K.; GERBER, J. S.; MACDONALD, G. K.; WEST, P. C. Climate variation explains a third of global crop yield variability. **Nature Communications**, v. 6, article 5989, 2015.

ROSSETTI, L. A. Seguro rural e zoneamento agrícola no Brasil: novos rumos. **Revista de Política Agrícola**, v. 4, p. 33-43, out./dez. 1998.

SANTOS, W. G.; MARTINS, J. I. F. O Zoneamento Agrícola de Risco Climático e sua contribuição à agricultura brasileira. **Revista de Política Agrícola**, v. 25, n. 3, p. 73-94, 2016.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Coordenadoria de Planejamento Ambiental Estratégico e Educação Ambiental. **Zoneamento Ecológico-Econômico - Litoral Norte São Paulo**. São Paulo: SMA/CPLA, 2005. 56 p.

STEINMETZ, S.; REYNIERS, F. N.; FOREST, N. **Caracterização do regime pluviométrico e do balanço hídrico do arroz de sequeiro em distintas regiões produtoras do Brasil**: síntese e interpretação dos resultados. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1988. 66 p. (Embrapa-CNPAP. Documentos, 23).

STEINMETZ, S.; SILVA, S. C. da. **Início dos estudos sobre Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC) no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2017. 27 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 312).

TOMASI, J. M. G.; RAMALHO FILHO, A. **Aptidão agrícola dos solos do Sul do Estado de Mato Grosso**. Rio de Janeiro: DNPEA-DPP, 1971. 72 p. (Brasil. Ministério da Agricultura-DNPEA-DPP. Boletim técnico, 19).