

**ZONEAMENTO AGROCLIMATOLÓGICO DO MILHO
E DO SORGO GRANÍFERO NO NORDESTE DO BRASIL (*)**

*Dennis Johnson (**)*

RESUMO: O apropriado zoneamento geográfico das culturas alimentares nos trópicos semi-áridos é uma estratégia de desenvolvimento que pode aumentar a produtividade, com uma utilização mínima de capital. O Índice de Umidade Disponível representa uma nova maneira de conceber a classificação agroclimática. A substituição do milho pelo sorgo granífero, mais bem adaptado ao clima semi-árido do Nordeste do Brasil, é um exemplo de zoneamento que pode elevar a produtividade de terras marginais.

Os trópicos semi-áridos apresentam um conjunto peculiar de circunstâncias a todos aqueles que se envolvem em programas de desenvolvimento agrícola. Nas terras desta zona podem, no que concerne à temperatura, medrar quaisquer plantas que não requeiram um período de frio durante o seu ciclo vital. A falta de umidade é o fator limitante básico para a agricultura e mui freqüentemente os planejadores têm apenas buscado soluções mediante o suprimento de água através de projetos de irrigação. Estas soluções técnicas são financeiramente custosas e desagregadoras dos sistemas regionais de exploração agrícola já existentes, que foram desenvolvidos ao longo de extensos períodos, com a utilização dos ambientes naturais semi-áridos.

Recentemente, uma crescente valorização de modelos menos dispendiosos e menos grandiosos tem-se manifestado. Isto dirigiu a atenção dos especia-

(*) Publicado pela Revista Geográfica (Instituto Panamericano de Geografia e História, n.º 89, de Julho de 1979, pp. 37-43).

(**) O autor é professor assistente de Geografia na Universidade de Houston, Texas. Ele obteve os graus de *Master of Arts* e de Ph.D. em Geografia na Universidade da Califórnia, em Los Angeles. O setor agrícola do Brasil é o seu principal objeto de interesse de pesquisas. O trabalho de pesquisa que deu origem a este documento teve o apoio da Universidade de Houston, mediante uma doação para iniciação em pesquisa, e do Fundo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNDECI) do Banco do Nordeste do Brasil S.A., Fortaleza, Ce.

listas para a consecução de um entendimento mais profundo dos sistemas de lavouras e pastoreio já comprovados, desenvolvidos em terras marginais que sustentaram populações de camponeses durante séculos. Na verdade, o nível de produtividade de tais sistemas é baixo, mas isto é contrabalançado pelo baixo investimento de capital. Atualmente, as atenções estão voltadas para os meios de melhorar os sistemas existentes no sentido de aumentar a produtividade e, possivelmente, reduzir os requisitos de mão-de-obra, sem que isto redunde em altos custos sociais. A identificação dos estrangulamentos nos sistemas existentes e a concepção de soluções em pequena escala podem dar um retorno maior ao agricultor de subsistência, do que qualquer dos grandes projetos de desenvolvimento com propósitos comerciais (empresariais) que têm sido empreendidos.

Um importante aspecto deste modo de encarar o problema nos trópicos semi-áridos é ajustar a cultura que se quer explorar à zona climática que lhe é própria. Noutros casos, pode consistir na introdução de novas culturas melhor adaptadas, que possam elevar o rendimento físico do agricultor de subsistência e aumentar a produção global de uma região.

As pesquisas têm demonstrado que o sorgo granífero é climaticamente adaptado às partes semi-áridas do Nordeste do Brasil, porque tem mais condições de resistir aos períodos de seca durante o crescimento do que o milho, sendo capaz de produzir alguma coisa, enquanto o milho se estiola completamente, bem como tolerar inundações melhor do que o milho.

O propósito deste documento é examinar o papel fundamental de um zoneamento climático apropriado para as lavouras dos trópicos semi-áridos, utilizando o exemplo do milho e sorgo granífero nas zonas semi-áridas do Nordeste do Brasil. Tanto as culturas como a Região são oportunas para serem aqui tratadas, já porque um programa de larga escala está sendo executado com o objetivo de introduzir o sorgo granífero como substituto do milho, que é a cultura de subsistência tradicional, em lugares onde é cultivado, mas com produtividade marginal.

ZONEAMENTO AGRÍCOLA

A determinação das áreas geográficas apropriadas para o sorgo granífero no Nordeste semi-árido compreende dois passos. Primeiro, a delimitação geral das áreas para toda a Região, em termos de adaptabilidade climática. Segundo, a elaboração de mapas detalhados das áreas identificadas em escala maior,

para que se possam levar em conta fatores tais como: solos, declividade, dados fenológicos das culturas e atual uso da terra. Este documento ficará restrito ao primeiro passo.

Os sistemas de classificação climática empírica aplicados aos trópicos semi-áridos, tais como o Nordeste do Brasil, fornecem dados descritivos de uso geral, mas não dão a informação detalhada que é precisa para o zoneamento de uma determinada cultura. Entre mais de duas dúzias de classificações climáticas, podem-se mencionar umas poucas¹.

A classificação de Koppen, tal como é usada correntemente, atribui à zona semi-árida ou um Aw (savana tropical, com uma nítida estação seca de dois a quatro meses) ou BSh (estepe tropical, área de precipitação pluviométrica anual deficiente e estações chuvosas curtas e incertas). Estas denominações têm pouca aplicação no caso das lavouras.

A classificação climática de Thornthwaite introduz o conceito de evapotranspiração potencial como indicador fundamental de clima, dando uma importante contribuição de significado especial para os trópicos semi-áridos, sobretudo porque tenta descrever melhor as condições de umidade².

Troll e Paffen, ao definirem o que eles chamam de climas sazonais da Terra, usam duas variáveis: estações termiais e hídricas³. De acordo com o sistema deles, o Nordeste tem um clima tropical úmido e seco (de quatro e meio a sete meses, úmido e de cinco a sete e meio meses, seco) ou clima tropical seco (de dois a quatro e meio meses, na estação quente e de sete e meio a dez meses, na árida). Portanto, esta classificação define as regiões semi-áridas como as que têm de cinco a dez meses áridos e, conseqüentemente, de dois a sete meses úmidos. O trabalho de Troll e Paffen é significativo e tem sido adotado pelo ICRISAT (International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, Hyderabad, India), pois é consentâneo com os propósitos deste Instituto⁴.

1 Para uma comparação das principais classificações climáticas vide John E. Oliver, *Climate and Man's Environment*, (New York: John Wiley and Sons, 1973), pp. 176-177. Para uma revisão abrangente das classificações climáticas aplicadas à agricultura vide J. J. Burgos, "World Trends in Agroclimatic Surveys", in *Agroclimatological Methods*, (Paris: UNESCO, 1968), pp. 211-224.

2 C. WARREN THORNTHWAITE, "An Approach Toward a Rational Classification of Climate", *Geographical Review*, Vol. 38 (1948), pp. 55-94.

3 CARL TROLL and KARLHEINZ PAFFEN, *Seasonal Climates of the Earth*, (Berlin: Springer-Verlag, 1963).

4 J. KAMPEN and B. A. KRANZ, *The Farming Systems Program*, research report, (Hyderabad, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, 1973).

Papadakis concebeu um sistema de classificação climática especificamente para o potencial agrícola.⁵ Utiliza as características ecológicas da planta baseadas em dados empíricos (“derived threshold values”).

O resultado é um sistema um tanto complexo com numerosos subgrupos, mas que é de fato importante, já que tenta definir mais claramente as unidades geográficas menores mais úteis para as definições de adequação agrícola.

Tanto o trabalho de Papadakis como o de Thornthwaite são relevantes para esta discussão, porque se trata de classificações que têm servido como base metodológica, virtualmente, para todos os zoneamentos agrícolas que têm sido feitos no Brasil⁶. Até agora a maioria do trabalho realizado tem sido feita na parte temperada e subtropical do Brasil e, portanto, não fornece necessariamente um modelo que possa ser simplesmente transposto para o Nordeste semi-árido.

ÍNDICE DE DISPONIBILIDADE DE UMIDADE

Um grande avanço na agroclimatologia foi dado por Hargreaves, quando elaborou um Índice de Disponibilidade de Umidade mensal, que fornece o grau de detalhe que se precisa para o zoneamento das lavouras nos trópicos semi-áridos. O IDU se define como “uma medida de adequação (ou suficiência) da precipitação em relação ao suprimento dos requisitos de umidade”. Calcula-se este, dividindo-se a precipitação confiável (ao nível de 75% de probabilidade) pelo potencial de evapo-transpiração⁷. Para um cálculo preciso da precipitação confiável, recomenda-se a utilização de uma série histórica de, pelo menos, 20 anos⁸. A evapo-transpiração potencial, em milímetros por mês, pode ser estimada pelo método do orçamento energético usando-se a seguinte equação:

5 JUAN PAPADAKIS, *Climatic Tables for the World*, (Buenos Aires: Pub. by author, 1961).

6 Vide por exemplo: *Atlas do Zoneamento Agrícola do Estado de São Paulo*, Campinas, São Paulo: Instituto Agrônomo de Campinas, 1974); *Zoneamento Agroclimático do Rio Grande do Sul e Santa Catarina*; (Pelotas, Rio Grande do Sul: Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Sul, 1974).

7 GEORGE H. HARGREAVES, “The Evaluation of Water Deficiencies”, in *Age of Changing Priorities for Land and Water*, (Opokane, Washington: Irrigation and Drainage Specialty Conference, American Society of Civil Engineers), pp. 273-290.

8 GEORGE H. HARGREAVES and KARL HANCOCK, *Evaluation of Length of Precipitation Records for Honduras*, research report (Logan, Utah: Utah State University, 1976), p. 3.

$$ETP = 0,0075 \times RSI \times TMM$$

em que ETP é a evapo-transpiração potencial; RSI é a radiação solar incidente em Langley's por dia, convertida ao seu equivalente em milímetros de evaporação; e TMM é a temperatura média mensal em graus Fahrenheit⁹.

O IDU é um índice útil para a produção agrícola, pois há uma relação direta entre ele e o rendimento físico, segundo tem sido demonstrado¹⁰. Tais dados poderiam ser utilizados para estimar o rendimento das lavouras sob vários níveis de adequação da umidade, e seria de considerável utilidade no planejamento e elaboração de cronogramas de irrigação.

Hargreaves propôs o uso do IDU mensal num sistema de classificação (Quadro I)¹¹. A classificação pressupõe que as condições de solo são favoráveis e que a capacidade hídrica do solo permanece adequada, pelo menos durante uma semana. Subseqüentemente, Hargreaves aplicou especificamente a classificação ao clima do Nordeste do Brasil e fez uma avaliação da adequação agrícola (Quadro II)¹².

Este sistema de classificação é um tanto singular porque a precipitação média não é referida nas categorias respectivas. Isto representa um ponto forte e não uma fraqueza do sistema, pois a média anual diz pouco acerca do potencial agrícola nos trópicos semi-áridos. Há uma correlação geral entre os tipos climáticos que vão desde o muito árido até o úmido-seco e médias anuais crescentes. Mas a amplitude dos dados para cada tipo climático é tão larga que há uma superposição entre o muito árido e o úmido-seco.

Deve-se ressaltar que os números de meses usados nos critérios não cobrem toda a estação chuvosa. Antes, eles representam apenas o cerne da estação chuvosa. Isto, entretanto, não diminui de nenhuma forma o valor dos respectivos tipos climáticos, pois há uma correlação direta entre a eficácia global da estação chuvosa e o número de meses com um IDU de 0,34 ou mais.

9 GEORGE H. HARGREAVES, "Moisture Availability and Crop Production", *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, Vol. 18 (1975), pp. 980-984.

10 Hargreaves, 1975, op. cit., nota de rodapé 9.

11 Hargreaves, 1972, op. cit., nota de rodapé 7.

12 GEORGE H. HARGREAVES, *Precipitation Dependability and Potentials for Agricultural Production in Northeast Brazil*, research report (Logan, Utah: Utah State University, 1974).

Hargreaves calculou o IDU mensal de 722 estações meteorológicas do Nordeste, atribuindo a cada local uma designação de acordo com a classificação acima, e mapeou o Nordeste nesta base¹³. O mapa é bom para áreas de climas "úmido-seco", "semi-árido" e "muito árido"; entretanto, alguns refinamentos adicionais são necessários para as zonas "áridas". Englobando locais com um ou dois meses com um IDU de pelos menos 0,34, a categoria "árida" obscurece importantes diferenças. Portanto, propõe-se que a categoria "árida" seja subdividida. Zonas que têm um único mês com IDU de 0,34 ou mais e zonas que têm dois meses não-consecutivos com este mesmo índice, deveriam ser designadas como "subáridas". Zonas que têm dois meses consecutivos com IDU de 0,34 ou mais deveriam ser conservadas sob a designação de "áridas". O efeito de tal modificação seria colocar as zonas subáridas no mesmo nível das zonas "muito áridas"; nenhuma se presta para a agricultura de sequeiro.

A classificação modificada, com cinco categorias, foi utilizada para a elaboração de um mapa do Nordeste (Ilustração 1). Por causa da escala, não se podem mostrar estações isoladas, circundadas por um tipo de clima diferente. O mapa não reflete a transição suave do mais seco para o mais úmido, comum a mapas climáticos baseados nas precipitações médias anuais. As condições locais que afetam o IDU mensal podem provocar alterações bruscas do muito árido para o úmido-seco dentro de pequenas distâncias.

Utilizando o mapa como base, a questão do zoneamento geral para o milho e o sorgo granífero pode ser agora tratada. Admitindo que os dois cereais ficarão na total dependência das chuvas, o cultivo do milho deveria ficar limitado às zonas de clima úmido-seco ou semi-árido. O milho nos trópicos produz o máximo dentro de uma faixa de 600 a 900 mm de pluviosidade, durante o seu ciclo vital de cerca de 120 dias¹⁴. É óbvio que as condições nas zonas de clima úmido-seco são mais do que adequadas. Nas zonas semi-áridas, uma quantidade suficiente de precipitação deveria ocorrer para uma única safra de milho por ano. Isto, naturalmente, está baseado numa probabilidade de 75%.

O sorgo granífero é recomendado para as zonas áridas. As cultivares, que amadurecem precocemente aos 100 dias, são adequadas e a precipitação esperada durante o ciclo de planta encontra-se acima do tão falado mínimo de 400 mm. Esta pluviosidade, de fato, é conservadora desde que os ensaios

¹³ Hargreaves, 1974, op. cit., nota de rodapé 12.

¹⁴ J. W. PURSEGLOVE, *Tropical Crops: Monocotyledons 1* (New York: John Wiley and Sons, 1972), p. 310.

no Nordeste têm provado que as culturas pluviométricas de apenas 300 mm, quando bem distribuídas, podem bastar¹⁵. De uma maneira bastante característica, a distribuição de chuvas nestas zonas é irregular, mas isto não é grande problema para o sorgo granífero, que pode tolerar períodos de seca ao longo do seu ciclo e retomar o crescimento quando as chuvas voltam. Fundamental para o êxito da safra nas zonas de precipitação mais precária é o plantio no início da estação chuvosa. Já se iniciaram pesquisas sobre este tema no Nordeste, pois representa um importante aspecto da fenologia agrícola¹⁶.

CONCLUSÃO

Um esquema de zoneamento geral baseado inteiramente na precipitação pluviométrica leva em conta numerosas pequenas zonas onde a água do solo possibilita o cultivo do milho, sorgo granífero e outras plantas, mesmo nas zonas muito áridas. Os plantios são feitos, tipicamente, nos baixios dos cursos d'água intermitentes, margens emersas dos cursos permanentes e vazantes dos açudes durante a estação seca. As considerações a respeito dos fatores locais, todavia, fazem parte do segundo passo já referido e mais detalhado do processo de zoneamento agrícola. Muitas dessas localidades são, mesmo assim, marginais para o cultivo de milho, sendo que a produtividade poderia ser elevada mediante a substituição por sorgo. Mas a substituição de uma lavoura por outra precisa ser inserida dentro do contexto dos sistemas de exploração ("farming systems") do Nordeste. O sistema de exploração ("farming system") é a unidade que os planejadores deveriam adotar e deveria ser definida amplamente para incluir a agricultura, a horticultura, a criação de gado e a exploração de plantas e animais silvestres. O zoneamento agrícola eficaz do milho e do sorgo granífero no Nordeste do Brasil representa uma contribuição no sentido de aperfeiçoar o manejo e a utilização dos recursos existentes na Região.

15 "Programa de Sorgo e Milheto: Relatório Anual Exercício de 1973," *Boletim Instituto de Pesquisas Agronômicas* (Recife), n.º 2 (1974); "Programa de Sorgo e Milheto: Relatório Anual - 1974", *Boletim Instituto de Pesquisas Agronômicas* (Recife), n.º 3 (1976).

16 C. R. M. PIMENTEL, M. de A. LIRA, M. A. FARIS, e A. C. B. REIS, *Época de Plantio para Sorgo e Milheto nos Estados de Pernambuco e Paraíba - Estudos Preliminares Baseados em Probabilidade de Chuva*, relatório preliminar 26/75 (Recife: Instituto de Pesquisas Agronômicas, 1976).

QUADRO I
Índice de Disponibilidade de Umidade Mensal, Segundo Hargreaves
Classificação dos Índices

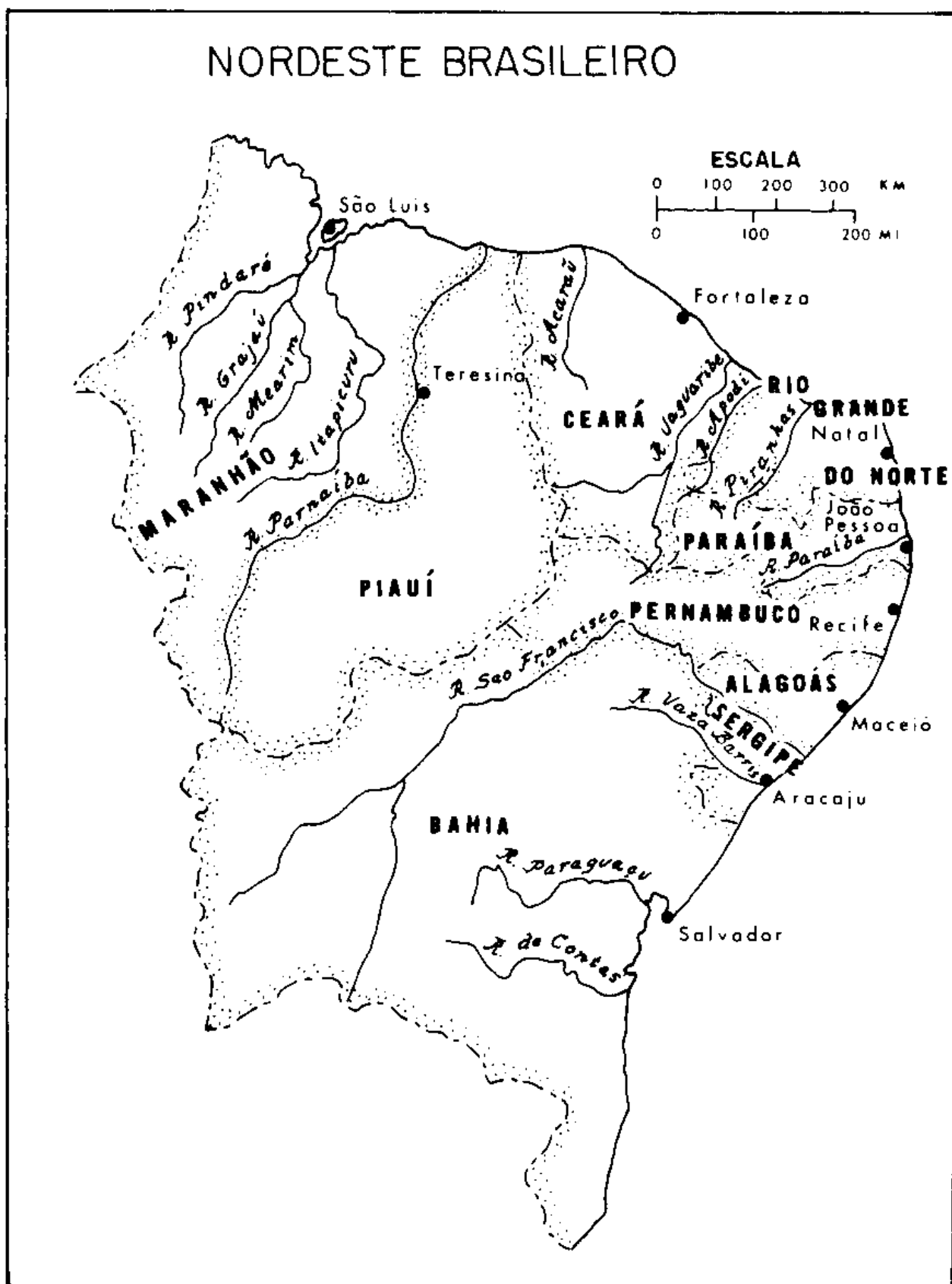
Índice de Disponibilidade de Umidade IDU	Classificação
de 0,00 a 0,33	Muito deficiente
0,34 a 0,67	Moderadamente deficiente
0,68 a 1,00	Um tanto deficiente
1,01 a 1,33	Adequado
1,34 a mais	Excessivo

FONTE: George H. Hargreaves, "The Evaluation of Water Deficiencies". in **Age Changing Priorities for Land and Water**, (Spokane, Washington: Irrigation and Drainage Specialty Conference, American Society of Civil Engineers, 1972), pp. 273-290.

QUADRO II
A Classificação Climática de Hargreaves e Adequação
Agrícola Aplicadas ao Nordeste do Brasil

Crítérios	Classificação	Adequação Agrícola
Todos os meses com IDU de 0,33 ou abaixo	Muito árido	Inadequado para agricultura de sequeiro
1 ou 2 meses com IDU de 0,34 ou mais	Árido	Adequação limitada para agricultura de sequeiro
3 ou 4 meses consecutivos com IDU de 0,34 ou mais	Semi-árido	Possível a produção de culturas com ciclo de 3 a 4 meses
5 ou mais meses consecutivos com IDU de 0,34 ou mais	Seco-úmido	Possível a produção de culturas que requerem um bom nível de adequação de umidade durante 5 ou mais meses.

FONTE: George H. Hargreaves, **Precipitation Dependability and Potentials for Agricultural Production in Northeast Brazil**. Relatório de pesquisa, (Logan, Utah: Utah State University, 1974).



Classificação climática do Nordeste de acordo com a disponibilidade de umidade segundo Hargreaves.

Fonte: George H. Hargreaves, **Precipitation Dependability and Potentials for Agricultural Production in Northeast Brazil**, relatório de pesquisa, (Logan, Utah: Utah State University, 1974).

ABSTRACT: The appropriate geographical determination of food-stuff cultures in the semi-arid tropic is a strategy of economic development which would increase the productivity, with no big increase in capital investment. An Index of Disposable Humidity represent a new way to do a good agriculture-climatic classification. The substitution of corn by grain sorghum, that is better adapted to the semi-arid climate of Northeast of Brazil, is an example that a localization of culture will increase the productivity of poor lands.