

PRODUTO 4

PROBABILIDADE DE PERDA – ESTRATIFICAÇÃO MUNICIPAL DO RISCO BASEADO EM MODELOS ATUARIAIS

Contratada:

Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ
Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz – FEALQ

Execução:



Contratante:



Inversión Pública & Adaptación al
Cambio Climático en América Latina

Piracicaba, São Paulo
Outubro
2018

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	1
1 A PROBABILIDADE DE PERDA	2
1.1 A DISTRIBUICAO NORMAL ASSIMÉTRICA	2
1.2 A DISTRIBUICAO SKEW-T	3
1.3 DISTRIBUICAO ODD LOG-LOGÍSTICA	4
2 ESCOLHA DE MODELOS	5
3 VARIÁVEIS GERADAS PELOS MODELOS DSSAT E APSIM	6
4 SOBRE AS TABELAS	8
4.1 ARQUIVOS .TXT DAS PROBABILIDADES DE PERDA, MODELO DSSAT	8
4.2 ARQUIVOS .TXT DAS PROBABILIDADES DE PERDA, MODELO APSIM	11
5 SOBRE OS MAPAS, MODELOS DSSAT E APSIM	13
6 OBSERVAÇÕES FINAIS	20
REFERÊNCIAS	

INTRODUÇÃO

De acordo com os Termos de Referência do Projeto intitulado “Investimento Público e Adaptação à Mudança do Clima na América Latina (IPACC II)”, PN: 2014.9049.9-002:

“No marco de implementação do projeto IPACC II, as contrapartes principais do Brasil, o Ministério de Planejamento, Desenvolvimento e Gestão (MP), o Ministério da Fazenda (MF) e o Ministério do Meio Ambiente (MMA), identificaram o setor agrícola como sendo um dos setores que aloca altos níveis de investimento público e privado, e ao mesmo tempo sendo um dos setores de maior vulnerabilidade aos efeitos da mudança do clima. Tais condições motivaram a execução de uma iniciativa piloto, conjuntamente com o Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), com a finalidade de inserir a gestão do risco climático nos instrumentos de análise de investimentos no setor e, desta forma, complementar o instrumento atualmente utilizado Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC) buscando aprimorá-lo a partir da criação de recomendações de novas metodologias científicas, como suporte à política de gestão agrícola.”

O objetivo geral deste projeto é desenvolver um conjunto de recomendações visando reduzir as perdas agrícolas associadas aos efeitos da mudança do clima e que contribuam para uma alocação eficiente dos investimentos públicos e privados na agricultura. Como objetivo específico encontra-se o produto 6:

“Indicar, em mapas e tabelas, a probabilidade de perda: avaliação da probabilidade de perda por meio de resultados gerados pelos multimodelos de produtividade potencial”.

1. A PROBABILIDADE DE PERDA

A probabilidade de perda foi gerada tendo-se como base as informações de produtividade agrícola dos produtos 2 e 3 supracitados. A probabilidade de perda foi calculada a partir da seguinte expressão:

$$\text{Probabilidade de Perda (PP)} = \text{Prob}(Y \leq y_g)$$

em que Y é a produtividade agrícola e y_g é a produtividade garantida, ou seja, o nível de cobertura multiplicado pela produtividade estimada. O nível de cobertura variou de 60 a 80%, em múltiplos de 5%. O ajuste de distribuições é fundamental para mensurar com o maior nível de precisão a probabilidade de perda. Nesse sentido, utilizou-se as seguintes distribuições paramétricas: Normal Assimétrica, Skew-T e a distribuição Odd Log-logística, por apresentarem robustez e flexibilidade na detecção de assimetrias e bimodalidades. As seções seguintes mostram as características das distribuições supracitadas.

1.1 A DISTRIBUICAO NORMAL ASSIMÉTRICA

Considerou-se a distribuição Normal Assimétrica (DNA) pela sua flexibilidade em acomodar assimetrias presentes nas distribuições dos dados. A DNA foi proposta por Azzalini (1985) e é uma generalização da distribuição Normal. A vantagem está no fato de se captar assimetrias tanto negativas quanto positivas. Tais assimetrias tem impacto direto no calculo da probabilidade de perda e, conseqüentemente, no cálculo da taxa de prêmio.

Nesse contexto, considere f a função densidade de probabilidade (f.d.p.) simétrica ao redor de zero e G função distribuição cumulativa (f.d.c.) contínua e absoluta, tal que $g = G'$ é simétrica ao redor de zero (Ozaki e Silva, 2009). Então,

$$2 f(y) G(\gamma y), y \in R \quad (1)$$

É uma f.d.p. para qualquer $\gamma \times \in R$. Da equação (1), a DNA, com parâmetro de locação μ , escala σ e forma γ , é definida como:

$$\phi(y|\mu, \sigma, \gamma) = \frac{2}{\sigma} \phi\left(\frac{y-\mu}{\sigma}\right) \Phi\left(\frac{\gamma(y-\mu)}{\sigma}\right) \quad (2)$$

em que ϕ e Φ são respectivamente a f.d.p. e a f.d.c. de uma variável aleatória Normal padrão. O grau de assimetria da DNA é dada pela equação

$$\varepsilon = \delta^3 \left[\frac{4}{\pi} - 1 \right] \left[1 - \frac{2\delta^2}{\pi} \right]^{-3/2} \sqrt{2/\pi} \quad (3)$$

onde $\delta = \gamma(1 + \gamma^2)^{-1/2}$ e $-0.99527 < \varepsilon < 0.99527$ com casos limites ($\gamma \rightarrow \pm\infty$) sendo uma distribuição Meio Normal. De fato, utilizou-se a abordagem de Henze (1986), representando a DNA como uma mistura de média variância de uma Normal e uma Meia Normal.

1.2 A DISTRIBUICAO SKEW-T

Quando se tem dados com um comportamento assimétrico e presença de valores extremos ou discrepantes, a distribuição Skew-Normal pode não se ajustar bem. Em tais situações, uma alternativa mais robusta ao modelo Skew-Normal é proposta por Azzalini e Capitanio (2003), a versão assimétrica da distribuição t-Student (ST), denominada t-Student Assimétrica.

Uma variável X é chamada “Skew-t Student”, com parâmetros de locação μ , $\mu \in \mathbb{R}$, escala σ , $\sigma \in \mathbb{R}_+$, assimetria ν , $\nu \in \mathbb{R}$, e curtose τ , $\tau \in \mathbb{R}_+$, se sua f.d.p é dada por:

$$f(x; \mu, \sigma, \lambda) = \frac{2}{\sigma} t\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right) T\left[\nu\sqrt{\lambda}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)\right], \quad (4)$$

em que $z = \left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)$, $w = \nu\lambda^{1/2}z$, $\lambda = \frac{\tau+1}{\tau+z^2}$, $tZ1$ e $TZ1$ são respectivamente, a f.d.p da t-Student padrão com τ graus de liberdade e a fda da t-Student padrão com $\tau + 1$ graus de liberdade. Como notação, adota-se $Z \sim ST(\mu, \sigma, \nu, \tau)$. Note que, quando $\nu = 0$, a distribuição é equivalente a t-Student simétrica.

1.3 A DISTRIBUICAO ODD LOG-LOGÍSTICA

Uma nova classe de família de distribuições contínuas recentemente introduzidas por Cruz (2016) é chamada odd log-logistic-F (OLLF). A inferência e estimação pelo método da máxima verossimilhança para grandes amostras são também abordados para dados de sobrevivência censurados. Esta nova classe de distribuições é interessante, pois através de suas simulações pode-se capturar a bimodalidade dos dados.

Dado uma função base de probabilidade acumulada qualquer com $F(x; \xi)$ um vetor de parâmetros ξ , a função distribuição cumulativa (f.d.c.) da distribuição odd log-logistic-F (OLL-F) com um parâmetro de forma $\alpha > 0$ é definido por:

$$G(x; \xi) = \int_0^{\frac{F(x;\xi)}{\bar{F}(x;\xi)}} \frac{\alpha x^{\alpha-1}}{(1+x^\alpha)^2} dx = \frac{F(x;\xi)^\alpha}{F(x;\xi)^\alpha + \bar{F}(x;\xi)^\alpha} \quad (5)$$

em que $\bar{F}(x, \xi) = 1 - F(x, \xi)$ e $\alpha = \frac{\log \frac{G(x,\xi)}{\bar{G}(x,\xi)}}{\log \frac{F(x,\xi)}{\bar{F}(x,\xi)}}$.

O parâmetro α representa o quociente do log da razão de chances para a distribuição base. Se $F(x, \xi) = \frac{x}{1+x}$, a equação (5) então se reduz a função de probabilidade da distribuição log-logística. Várias distribuições podem ser geradas da equação acima, como as apresentados nos trabalhos de Alizadeh et al. (2015), Cruz et al. (2015) e Braga et al. (2016).

A nova família de distribuição OLLF permite uma maior flexibilidade nas caudas da distribuição. Se considerarmos a função base $G(x; \xi)$ como a distribuição acumulada da normal $N(\mu, \sigma)$ Assim, para a nova classe de família odd log logistic normal (OLL-N) a equação (5) se reduz a:

$$G(x; \mu, \sigma, \alpha) = \int_0^{\frac{\Phi(x;\mu,\sigma,\alpha)}{\bar{\Phi}(x;\mu,\sigma,\alpha)}} \frac{\alpha x^{\alpha-1}}{(1+x^\alpha)^2} dx = \frac{\Phi^\alpha\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)}{\Phi^\alpha\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right) + \left[1 - \Phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)\right]^\alpha} \quad (6)$$

em que $\bar{\Phi}(x; \mu, \sigma) = 1 - \Phi(x; \mu, \sigma)$.

A função densidade de probabilidade (f.d.p) é dada por:

$$f(x; \mu, \sigma, \alpha) = \frac{\alpha \phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right) \Phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right) \left[1 - \Phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)\right]^{\alpha-1}}{\sigma \left\{ \Phi^\alpha\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right) + \left[1 - \Phi\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)\right]^\alpha \right\}^2} \quad (7)$$

Note que $\alpha > 0$ é um parâmetro de forma. A partir de agora, assumimos que uma variável aleatória com função de densidade como da equação (7) é denotado por $X \sim \text{OLLN}(\alpha, \mu, \sigma)$.

2. ESCOLHA DE MODELOS

A escolha da melhor distribuição ajustada aos dados foi dada pelo critério de informação de Akaike (AIC) e pelo critério de informação Bayesiano (BIC). O AIC é um estimador da qualidade relativa de modelos estatísticos para um dado conjunto de dados (Akaike, 1974).

Dada uma coleção de modelos para os dados, o AIC estima a qualidade de cada modelo, em relação a cada um dos outros modelos. Assim, o AIC fornece um meio para a seleção de modelos. Suponha que tenhamos um modelo estatístico de alguns dados. Seja k o número de parâmetros estimados no modelo. Seja \hat{L} o valor máximo da função de verossimilhança para o modelo. Então o valor AIC do modelo é dado por

$$\text{AIC} = 2k - 2\ln(\hat{L})$$

Dado um conjunto de modelos candidatos para os dados, o modelo preferido é aquele com o valor mínimo de AIC. Assim, o AIC recompensa a qualidade do ajuste (avaliado pela função de verossimilhança), mas também inclui uma penalidade que é uma função crescente do número de parâmetros estimados.

A penalidade desincentiva sobreajuste, dado que o aumento do número de parâmetros no modelo quase sempre melhora a qualidade do ajuste. Um critério relacionado com AIC, mas incorporando um formalismo bayesiano foi proposto por Akaike (1974, que minimiza o

critério de informação de Akaike, chamado de BIC (critério de informação Bayesiano), este penaliza mais fortemente modelos com um maior número de parâmetros do que o AIC tendendo, dessa forma, selecionar modelos com um menor número de parâmetros. O critério BIC é dado pela seguinte expressão:

$$BIC(k) = n \ln \hat{\sigma}_a^2 - (n-k) \ln \left(1 - \frac{k}{n} \right) + k \ln \left[\frac{\left(\frac{\hat{\sigma}_z^2}{\hat{\sigma}_a^2} - 1 \right)}{k} \right]$$

em que $\hat{\sigma}_a^2$ é a estimativa de máxima verossimilhança de σ_a^2 ; $\hat{\sigma}_z^2$ é a variância da série; k é o número de parâmetros; n é o tamanho da série (Morettin; Toloi, 2006; Wei, 2006).

3. VARIÁVEIS GERADAS PELOS MODELOS DSSAT E APSIM

As tabelas a seguir mostram as variáveis geradas pelos modelos DSSAT e APSIM e que serviram de base para os cálculos do índice de perda.

Tabela. Descrição das variáveis geradas pelo modelo Dssat.

arquivo	gcm	rcp	genética	data plantio	solo	município	produtividade	total
1	base	17	médio	16	3	142	38	259008
2	base	17	precoce	16	3	142	38	259008
3	base	17	tardio	16	3	142	38	259008
4	had	45	médio	16	3	142	30	204480
5	had	45	precoce	16	3	142	30	204480
6	had	45	tardio	16	3	142	30	204480
7	had	85	médio	16	3	142	30	204480
8	had	85	precoce	16	3	142	30	204480
9	had	85	tardio	16	3	142	30	204480
10	max	45	médio	16	3	142	30	204480
11	max	45	precoce	16	3	142	30	204480
12	max	45	tardio	16	3	142	30	204480

13	max	85	médio	16	3	142	30	204480
14	max	85	precoce	16	3	142	30	204480
15	max	85	tardio	16	3	142	30	204480
16	med	45	médio	16	3	142	30	204480
17	med	45	precoce	16	3	142	30	204480
18	med	45	tardio	16	3	142	30	204480
19	med	85	médio	16	3	142	30	204480
20	med	85	precoce	16	3	142	30	204480
21	med	85	tardio	16	3	142	30	204480
22	min	45	médio	16	3	142	30	204480
23	min	45	precoce	16	3	142	30	204480
24	min	45	tardio	16	3	142	30	204480
25	min	85	médio	16	3	142	30	204480
26	min	85	precoce	16	3	142	30	204480
27	min	85	tardio	16	3	142	30	204480

Tabela. Descrição das variáveis geradas pelo modelo Apsim.

arquivo	gcm	rcp	genética	data plantio	solo	município	produtividade	total
1	base	17	médio	16	3	142	9	61344
2	base	17	precoce	16	3	142	9	61344
3	base	17	tardio	16	3	142	9	61344
4	had	45	médio	16	3	142	30	204480
5	had	45	precoce	16	3	142	30	204480
6	had	45	tardio	16	3	142	30	204480
7	had	85	médio	16	3	142	30	204480
8	had	85	precoce	15	3	142	30	191700
9	had	85	tardio	16	3	142	30	204480
10	max	45	médio	16	3	142	30	204480
11	max	45	precoce	16	3	142	30	204480
12	max	45	tardio	16	3	142	30	204480
13	max	85	médio	16	3	142	30	204480

14	max	85	precoce	16	3	142	30	204480
15	max	85	tardio	16	3	142	30	204480
16	med	45	médio	16	3	142	30	204480
17	med	45	precoce	16	3	142	30	204480
18	med	45	tardio	16	3	142	30	204480
19	med	85	médio	16	3	142	30	204480
20	med	85	precoce	16	3	142	30	204480
21	med	85	tardio	16	3	142	30	204480
22	min	45	médio	16	3	142	30	204480
23	min	45	precoce	16	3	142	30	204480
24	min	45	tardio	16	3	142	30	204480
25	min	85	médio	16	3	142	30	204480
26	min	85	precoce	15	3	142	30	191700
27	min	85	tardio	16	3	142	30	204480

Nota:

1. base: cenário atual
2. min: GCM de variação mínima em relação a LB - MIROC5
3. med: GCM de variação média em relação a LB - BNU-ESM
4. max: GCM de variação máxima em relação a LB - CanESM2
5. had: GCM adicional - HadGem2

4. SOBRE AS TABELAS

4.1 ARQUIVOS .TXT DAS PROBABILIDADES DE PERDA, MODELO DSSAT

Os 27 arquivos dos índices de perda gerados pelo modelo DSSAT estão subdivididos da seguinte forma: 24 arquivos com os oito cenários futuros – (4 GCMs e RCPs, 4.5 e 8.5), juntamente com 3 tipos de genética (médio, precoce e tardio); e, 3 arquivos com o cenário atual e os mesmos 3 tipos de genética. A codificação dos nomes obedece a seguinte ordem: modelo, gcm, rcp, genética e produto. Dessa forma, d1_had_45_pre_pp refere-se ao modelo dssat, gcm adicional - HadGem2, rcp 45, genética precoce e produto probabilidade de perda.

Por sua vez, em cada um dos arquivos há 6.816 linhas e 7 colunas, respectivamente, local, probabilidade de perda em 5 níveis de cobertura, sigla da distribuição ajustada. As

colunas 2 a 6 correspondem as estimativas das probabilidades de perda (t + 1) separadas, respectivamente, em 16 datas de plantio, 3 tipos de solo e 142 municípios, totalizando 6.816 linhas. As datas de plantio seguem a seguinte ordenação:

Ordem	Dia	Mês
1	1	agosto
2	11	agosto
3	21	agosto
4	31	agosto
5	10	setembro
6	20	setembro
7	30	setembro
8	10	outubro
9	20	outubro
10	30	outubro
11	9	novembro
12	19	novembro
13	29	novembro
14	9	dezembro
15	19	dezembro
16	29	dezembro

Por sua vez, os solos foram subdivididos de acordo com suas texturas:

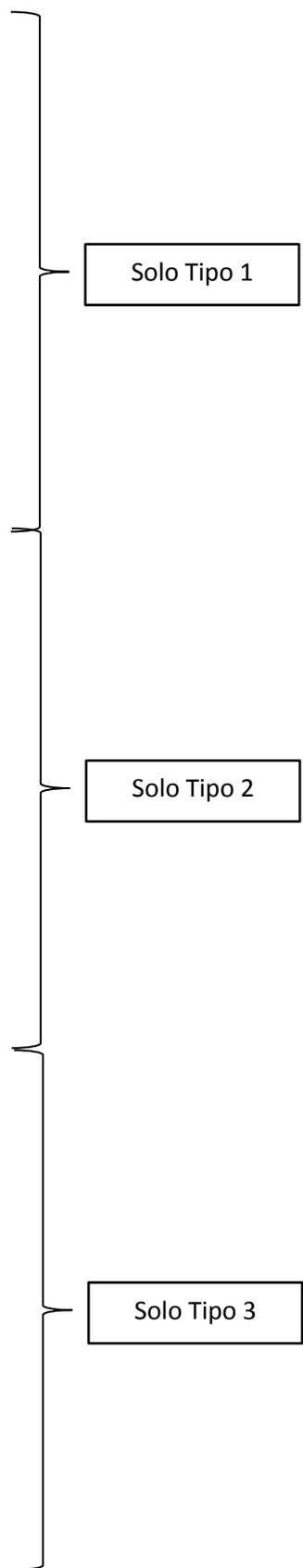
1 – argilosa

2 – média

3 – arenosa

As tabelas finalizadas seguem o seguinte formato – os grupos de dados seguem a ordem, data de plantio e depois tipo de solo, para cada uma das regiões. Quanto maior o nível de cobertura, maior será a probabilidade de perda. A distribuição ajustada está descrita na última coluna.

Geocódigo	60%	65%	70%	75%	80%	Dist. Ajustada
A71R	0.171	0.19	0.209	0.229	0.25	OLLN
A71R	0.133	0.153	0.175	0.197	0.221	OLLN
A71R	0.179	0.207	0.236	0.265	0.294	OLLN
A71R	0.175	0.209	0.244	0.278	0.312	OLLN
A71R	0.266	0.305	0.343	0.377	0.408	OLLN
A71R	0.308	0.35	0.387	0.42	0.448	OLLN
A71R	0.203	0.255	0.306	0.353	0.396	OLLN
A71R	0.114	0.133	0.155	0.18	0.207	SN
A71R	0.076	0.092	0.111	0.132	0.157	SN
A71R	0.047	0.059	0.073	0.09	0.109	SN
A71R	0.016	0.022	0.03	0.041	0.055	OLLN
A71R	0.03	0.041	0.056	0.076	0.099	SN
A71R	0.038	0.043	0.049	0.056	0.064	ST
A71R	0.048	0.054	0.062	0.07	0.081	ST
A71R	0.042	0.049	0.058	0.069	0.084	ST
A71R	0.043	0.062	0.088	0.121	0.163	SN
A71R	0.115	0.139	0.164	0.192	0.22	OLLN
A71R	0.146	0.169	0.193	0.219	0.245	OLLN
A71R	0.184	0.217	0.252	0.287	0.321	OLLN
A71R	0.19	0.23	0.271	0.312	0.351	OLLN
A71R	0.222	0.263	0.305	0.348	0.391	OLLN
A71R	0.321	0.367	0.407	0.442	0.474	OLLN
A71R	0.166	0.213	0.262	0.311	0.356	OLLN
A71R	0.132	0.174	0.22	0.267	0.314	OLLN
A71R	0.085	0.117	0.156	0.199	0.245	OLLN
A71R	0.069	0.094	0.124	0.159	0.196	OLLN
A71R	0.064	0.077	0.092	0.11	0.13	SN
A71R	0.063	0.076	0.091	0.109	0.129	SN
A71R	0.049	0.059	0.071	0.085	0.1	SN
A71R	0.049	0.061	0.076	0.094	0.114	SN
A71R	0.058	0.076	0.098	0.124	0.155	SN
A71R	0.071	0.092	0.118	0.149	0.185	SN
A71R	0.098	0.125	0.156	0.189	0.224	OLLN
A71R	0.155	0.185	0.218	0.251	0.286	OLLN
A71R	0.146	0.182	0.221	0.262	0.304	OLLN
A71R	0.164	0.211	0.261	0.31	0.357	OLLN
A71R	0.16	0.201	0.246	0.295	0.347	OLLN
A71R	0.173	0.219	0.268	0.32	0.374	OLLN
A71R	0.143	0.189	0.238	0.287	0.336	OLLN
A71R	0.106	0.145	0.189	0.237	0.286	OLLN
A71R	0.078	0.106	0.137	0.173	0.212	OLLN
A71R	0.055	0.071	0.09	0.112	0.138	OLLN
A71R	0.074	0.087	0.101	0.118	0.137	SN
A71R	0.06	0.071	0.083	0.098	0.116	ST
A71R	0.072	0.083	0.096	0.11	0.125	SN
A71R	0.063	0.078	0.096	0.117	0.141	SN
A71R	0.067	0.081	0.1	0.122	0.148	ST
A71R	0.087	0.108	0.133	0.163	0.197	SN



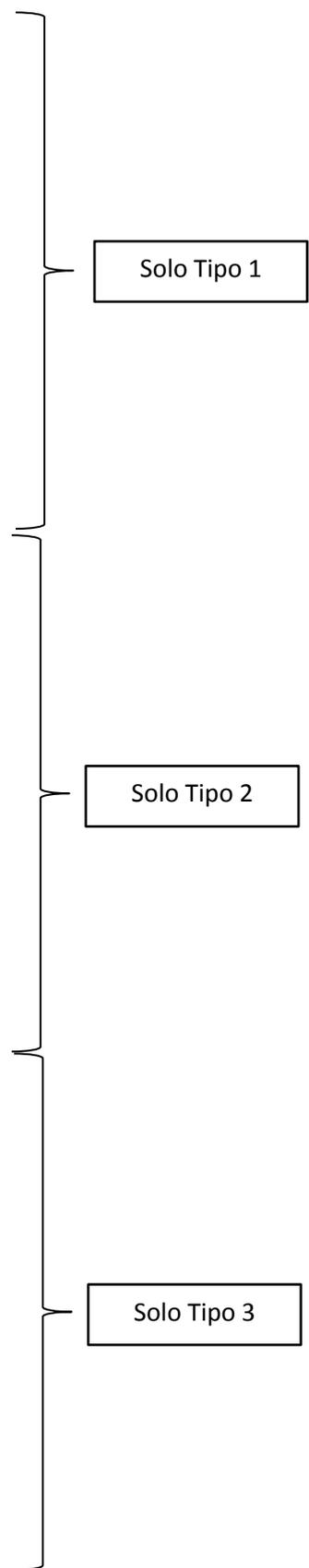
4.2 ARQUIVOS .TXT DAS PROBABILIDADES DE PERDA, MODELO APSIM

Os 27 arquivos das probabilidades de perda estão subdivididos da seguinte forma: 24 arquivos com os oito cenários futuros – (4 GCMs e RCPs, 4.5 e 8.5), juntamente com 3 tipos de genética (médio, precoce e tardio); e, 3 arquivos com o cenário atual e os mesmos 3 tipos de genética. A codificação dos nomes obedece a seguinte ordem: modelo, gcm, rcp, genética e produto. Dessa forma, ap_had_45_pre_ip refere-se ao modelo apsim, gcm adicional - HadGem2, rcp 45, genética precoce e produto índice de perda.

Por sua vez, em cada um dos arquivos há 6.816 linhas e 7 colunas, respectivamente, local, probabilidade de perda em 5 níveis de cobertura, sigla da distribuição ajustada. As colunas 2 a 6 correspondem as estimativas das probabilidades de perda ($t + 1$) separadas, respectivamente, em 16 datas de plantio, 3 tipos de solo e 142 municípios, totalizando 6.816 linhas. As datas de plantio e os tipos de solo seguem a ordenação anterior.

As tabelas finalizadas seguem o seguinte formato – os grupos de dados seguem a ordem, data de plantio e depois tipo de solo, para cada uma das regiões. Quanto maior o nível de cobertura, maior será a probabilidade de perda. A distribuição ajustada está descrita na última coluna.

Geocódigo	60%	65%	70%	75%	80%	Dist. Ajustada
A010	0.092	0.106	0.122	0.139	0.159	SN
A010	0.113	0.137	0.163	0.191	0.22	OLLN
A010	0.116	0.132	0.151	0.172	0.194	OLLN
A010	0.096	0.113	0.133	0.156	0.181	SN
A010	0.254	0.295	0.335	0.371	0.404	OLLN
A010	0.33	0.362	0.391	0.418	0.441	OLLN
A010	0.118	0.137	0.158	0.181	0.207	SN
A010	0.126	0.145	0.166	0.189	0.214	SN
A010	0.125	0.142	0.162	0.183	0.206	SN
A010	0.234	0.28	0.324	0.365	0.402	OLLN
A010	0.138	0.157	0.178	0.2	0.225	SN
A010	0.168	0.196	0.225	0.256	0.288	OLLN
A010	0.126	0.174	0.229	0.285	0.339	OLLN
A010	0.16	0.207	0.257	0.306	0.352	OLLN
A010	0.13	0.158	0.189	0.223	0.26	OLLN
A010	0.046	0.082	0.134	0.2	0.272	OLLN
A010	0.096	0.144	0.202	0.265	0.326	OLLN
A010	0.14	0.183	0.23	0.279	0.326	OLLN
A010	0.058	0.1	0.158	0.226	0.297	OLLN
A010	0.088	0.137	0.196	0.262	0.326	OLLN
A010	0.12	0.173	0.233	0.295	0.353	OLLN
A010	0.056	0.079	0.109	0.147	0.196	SN
A010	0.063	0.114	0.183	0.262	0.339	OLLN
A010	0.123	0.181	0.245	0.311	0.37	OLLN
A010	0.015	0.028	0.048	0.081	0.13	SN
A010	0.024	0.063	0.137	0.239	0.346	OLLN
A010	0.081	0.134	0.202	0.277	0.348	OLLN
A010	0.026	0.042	0.067	0.102	0.15	SN
A010	0.014	0.039	0.093	0.18	0.286	OLLN
A010	0.134	0.202	0.277	0.348	0.409	OLLN
A010	0.006	0.021	0.058	0.129	0.23	OLLN
A010	0.006	0.023	0.067	0.153	0.27	OLLN
A010	0.028	0.046	0.072	0.108	0.157	OLLN
A010	0.011	0.022	0.04	0.07	0.117	SN
A010	0.006	0.011	0.02	0.037	0.069	OLLN
A010	0.015	0.034	0.068	0.122	0.193	OLLN
A010	0	0.001	0.004	0.013	0.034	SN
A010	0.004	0.008	0.019	0.038	0.073	SN
A010	0.029	0.043	0.064	0.092	0.129	SN
A010	0	0	0.001	0.006	0.021	SN
A010	0.003	0.007	0.017	0.037	0.073	SN
A010	0.012	0.021	0.037	0.062	0.102	OLLN
A010	0	0.001	0.003	0.01	0.032	SN
A010	0.001	0.002	0.007	0.02	0.052	SN
A010	0.01	0.023	0.046	0.088	0.151	SN
A010	0	0	0	0	0	SN
A010	0.032	0.037	0.045	0.056	0.073	ST
A010	0.033	0.055	0.087	0.133	0.195	SN



5. SOBRE OS MAPAS, MODELOS DSSAT E APSIM

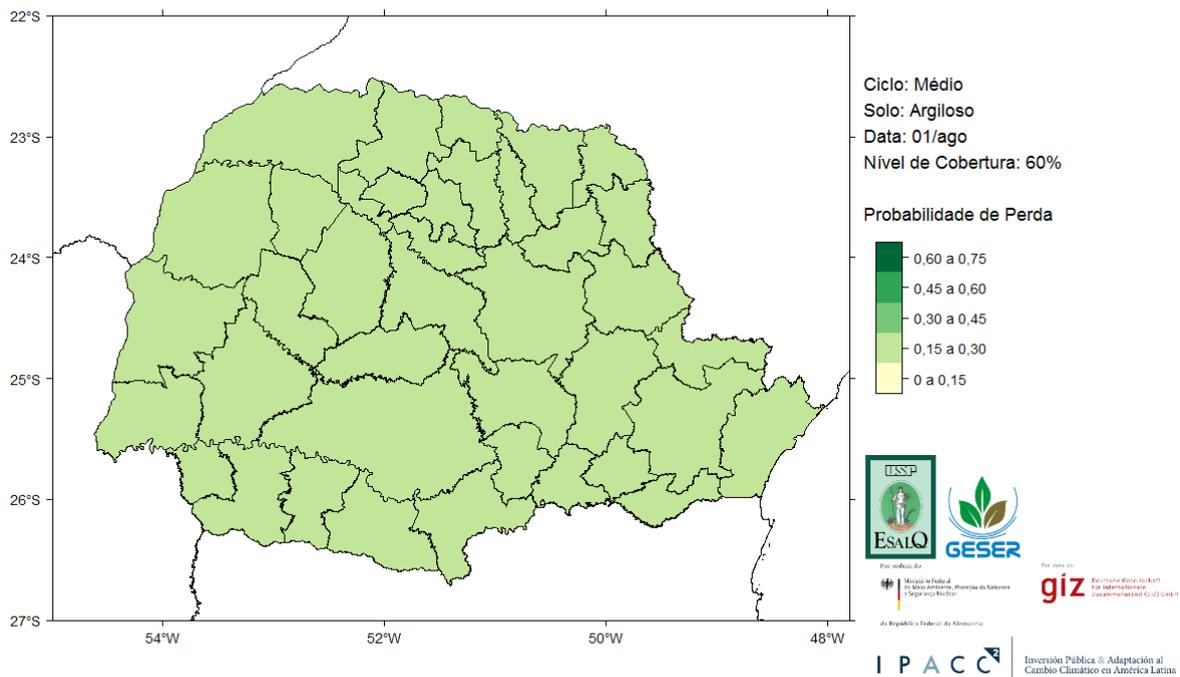
Ao todo, foram gerados aproximadamente 920.000 probabilidades de perda para cada um dos dois modelos – dssat e apsim, gcm, rcp, genética, data de plantio, tipo de solo, município e nível de cobertura. A quantidade enorme de resultados impõe uma dificuldade adicional no sentido de divulgá-los na forma tabular. Nesse contexto, para facilitar a visualização agregou-se os resultados em mapas. Assim, gerou-se aproximadamente 6500 mapas dos índices de perda para cada um dos dois modelos.

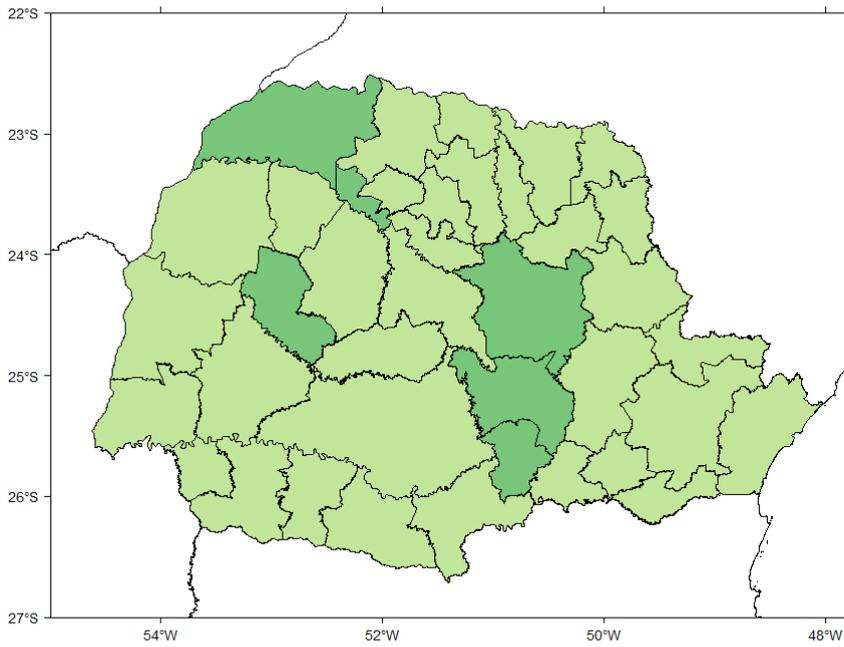
Tabela. Resultados do modelo Dssat.

Arquivo	Probabilidade de Perda (PP)	Mapas PP
1	34080	240
2	34080	240
3	34080	240
4	34080	240
5	34080	240
6	34080	240
7	34080	240
8	34080	240
9	34080	240
10	34080	240
11	34080	240
12	34080	240
13	34080	240
14	34080	240
15	34080	240
16	34080	240
17	34080	240
18	34080	240
19	34080	240
20	34080	240
21	34080	240

22	34080	240
23	34080	240
24	34080	240
25	34080	240
26	34080	240
27	34080	240

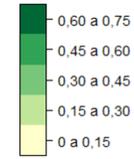
Os mapas finalizados para uma determinada combinação de variáveis seguem o seguinte formato, respectivamente, para os níveis de cobertura de 60 a 80%, em múltiplos de 5%. Nos exemplos que seguem, têm-se o ciclo médio, solo argiloso, data de plantio 1 de agosto e os respectivos níveis de cobertura. A agregação dos valores gerou intervalos entre 15-30% e 30-45% de chance de perda, dependendo da cobertura. Neste caso, a probabilidade de perda é maior quanto maior for o nível de cobertura.





Ciclo: Médio
Solo: Argiloso
Data: 01/ago
Nível de Cobertura: 65%

Probabilidade de Perda

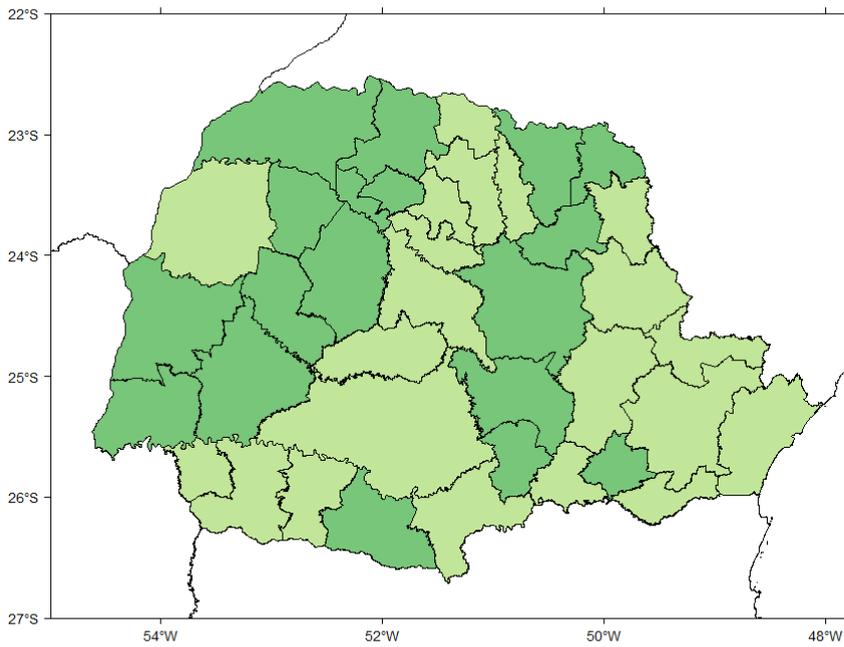


Ministério do Meio Ambiente, Proteção do Patrimônio e Segurança Brasileira

giz

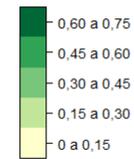
IPACC

Iniciativa Pública de Adaptação ao
Climático em América Latina



Ciclo: Médio
Solo: Argiloso
Data: 01/ago
Nível de Cobertura: 70%

Probabilidade de Perda

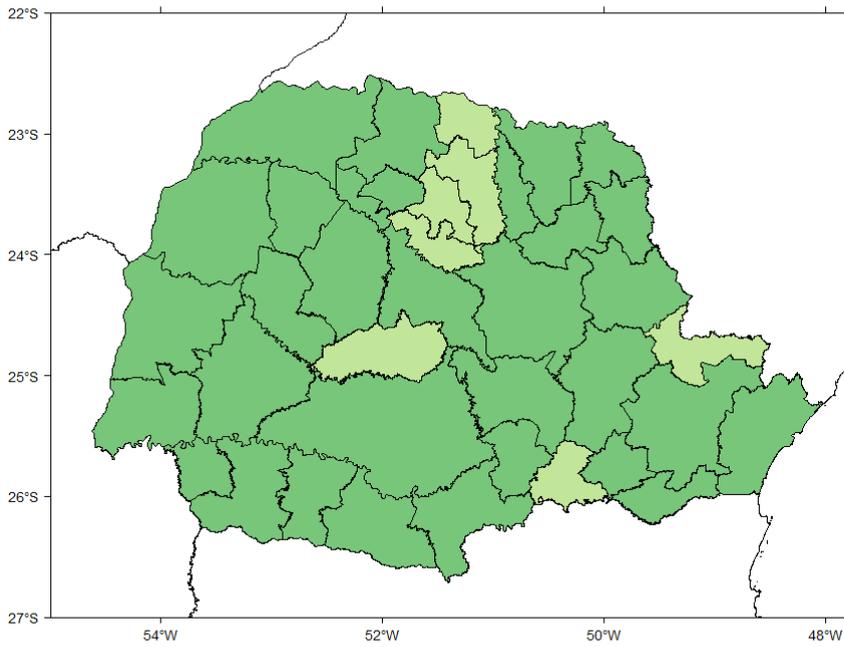


Ministério do Meio Ambiente, Proteção do Patrimônio e Segurança Brasileira

giz

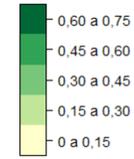
IPACC

Iniciativa Pública de Adaptação ao
Climático em América Latina



Ciclo: Médio
Solo: Argiloso
Data: 01/ago
Nível de Cobertura: 75%

Probabilidade de Perda



Para saber mais:
Ministério de Defesa do Meio Ambiente, Proteção do Patrimônio e Segurança Nacional

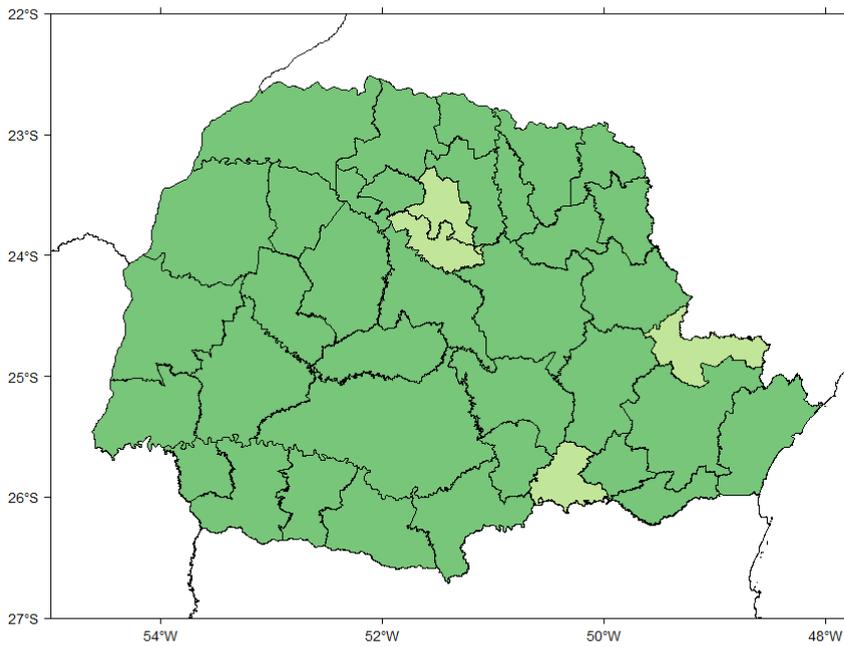
da República Federal da Alemanha



Para saber mais:
giz
GIZ - Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

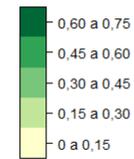


Iniciativa Pública de Adaptação ao
Climático em América Latina



Ciclo: Médio
Solo: Argiloso
Data: 01/ago
Nível de Cobertura: 80%

Probabilidade de Perda



Para saber mais:
Ministério de Defesa do Meio Ambiente, Proteção do Patrimônio e Segurança Nacional

da República Federal da Alemanha



Para saber mais:
giz
GIZ - Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



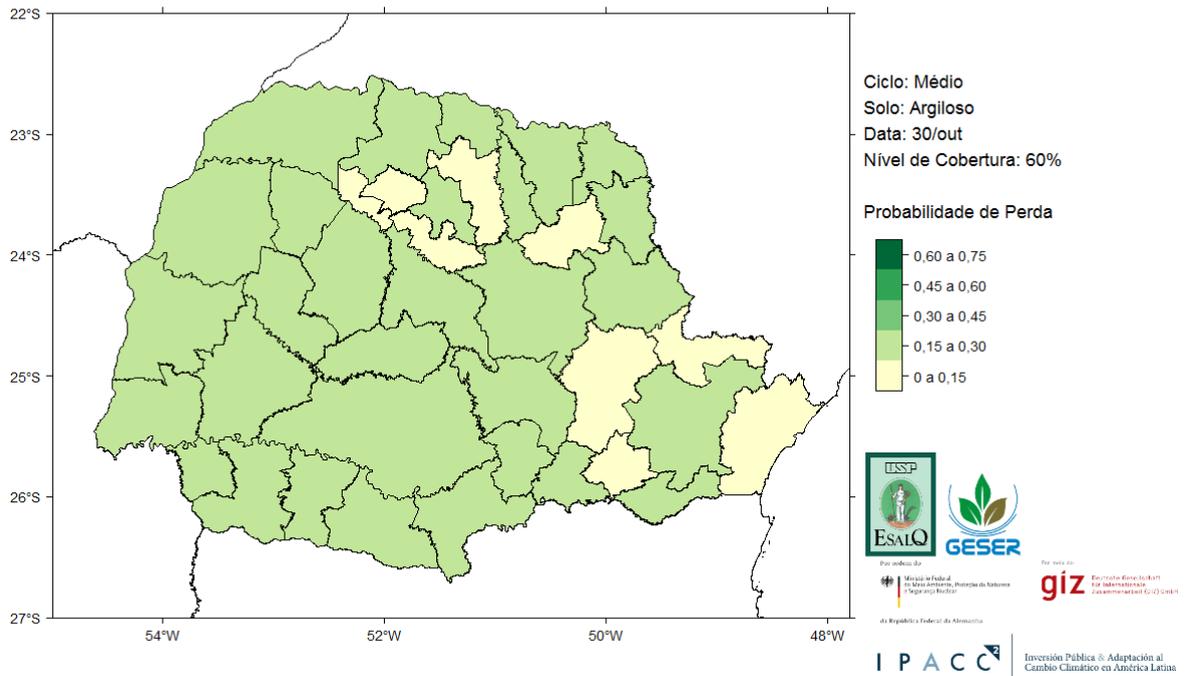
Iniciativa Pública de Adaptação ao
Climático em América Latina

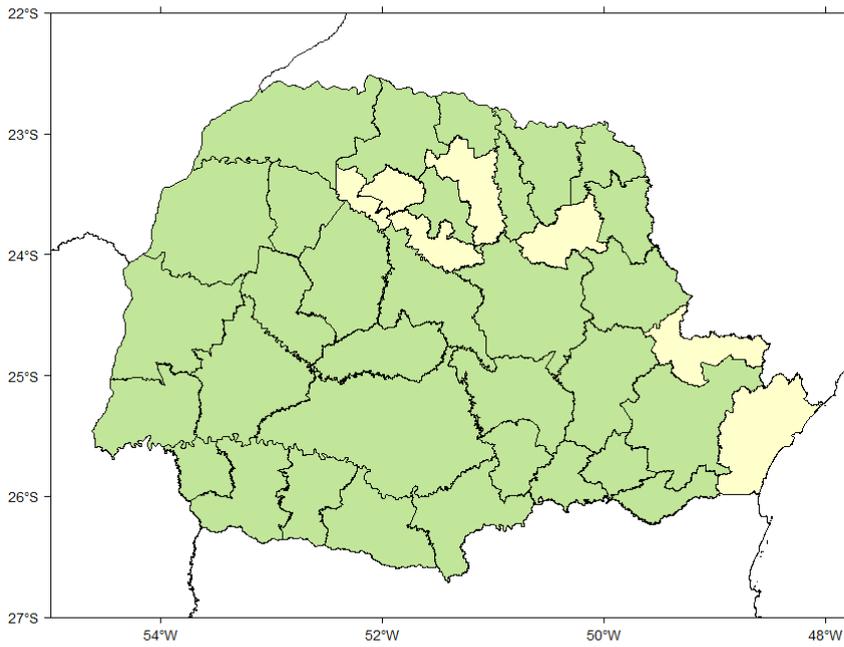
Tabela. Resultados do modelo Apsim.

Arquivo	Probabilidade de Perda (PP)	Mapas PP
1	34080	240
2	34080	240
3	34080	240
4	34080	240
5	34080	240
6	34080	240
7	34080	240
8	31950	225
9	34080	240
10	34080	240
11	34080	240
12	34080	240
13	34080	240
14	34080	240
15	34080	240
16	34080	240
17	34080	240
18	34080	240
19	34080	240
20	34080	240
21	34080	240
22	34080	240
23	34080	240
24	34080	240
25	34080	240
26	31950	225
27	34080	240

Os mapas finalizados para uma determinada combinação de variáveis seguem o seguinte formato, respectivamente, para os níveis de cobertura de 60 a 80%, em múltiplos de 5%. Nos

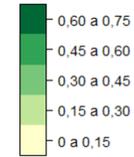
exemplos que seguem, tem-se o ciclo médio, solo argiloso, data de plantio 30 de outubro e os respectivos níveis de cobertura. A agregação dos valores gerou intervalos entre 0-15%, 15-30% e 30-45% de chances de perda, dependendo da cobertura. Neste caso, a probabilidade da perda é maior quanto maior for o nível de cobertura.





Ciclo: Médio
Solo: Argiloso
Data: 30/out
Nível de Cobertura: 65%

Probabilidade de Perda

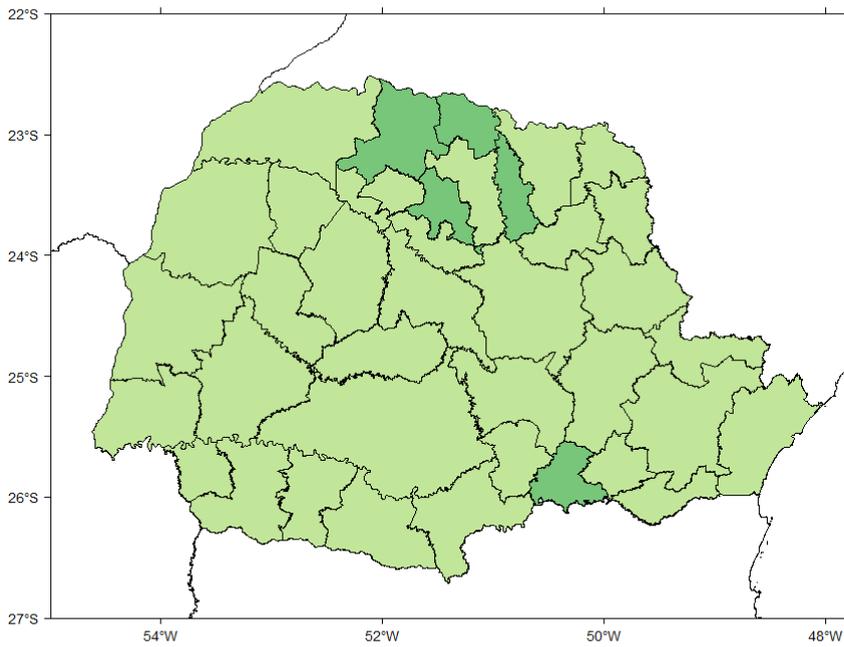


Projeto de Fomento
do Estado de Mato Grosso do Sul
para o Desenvolvimento da Agricultura Familiar

Projeto de Fomento
do Estado de Mato Grosso do Sul
para o Desenvolvimento da Agricultura Familiar

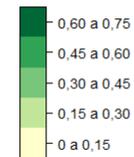
IPACC

Iniciativa Pública de Adaptação ao
Climático em América Latina



Ciclo: Médio
Solo: Argiloso
Data: 30/out
Nível de Cobertura: 70%

Probabilidade de Perda

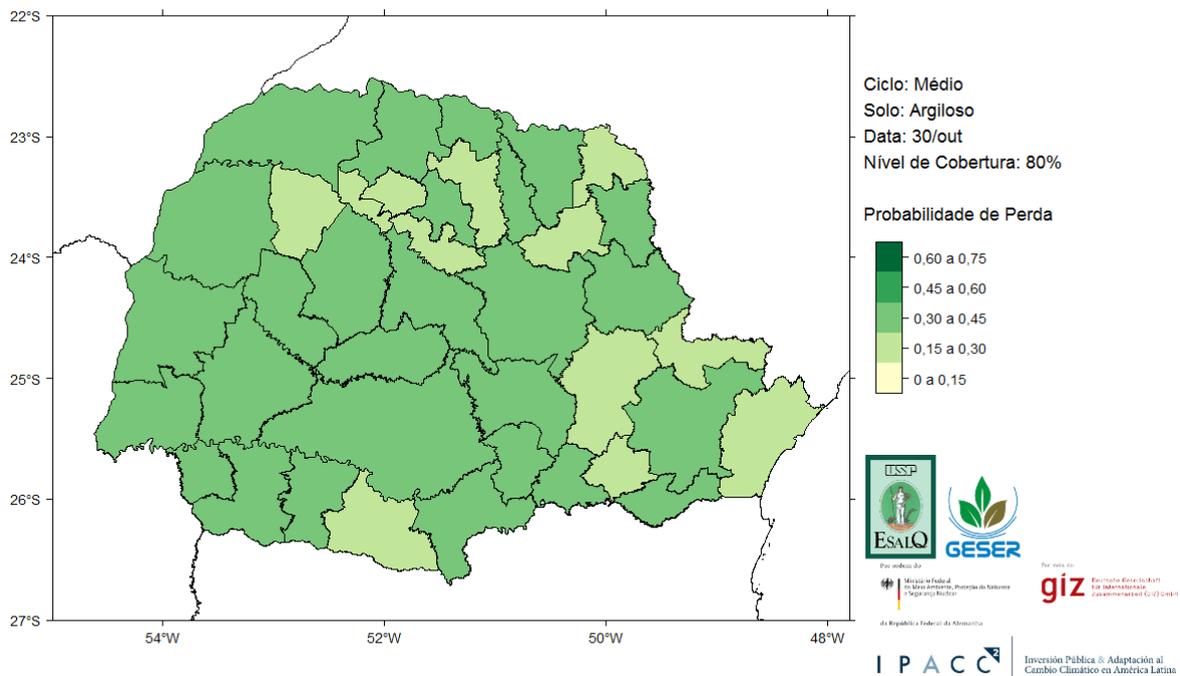
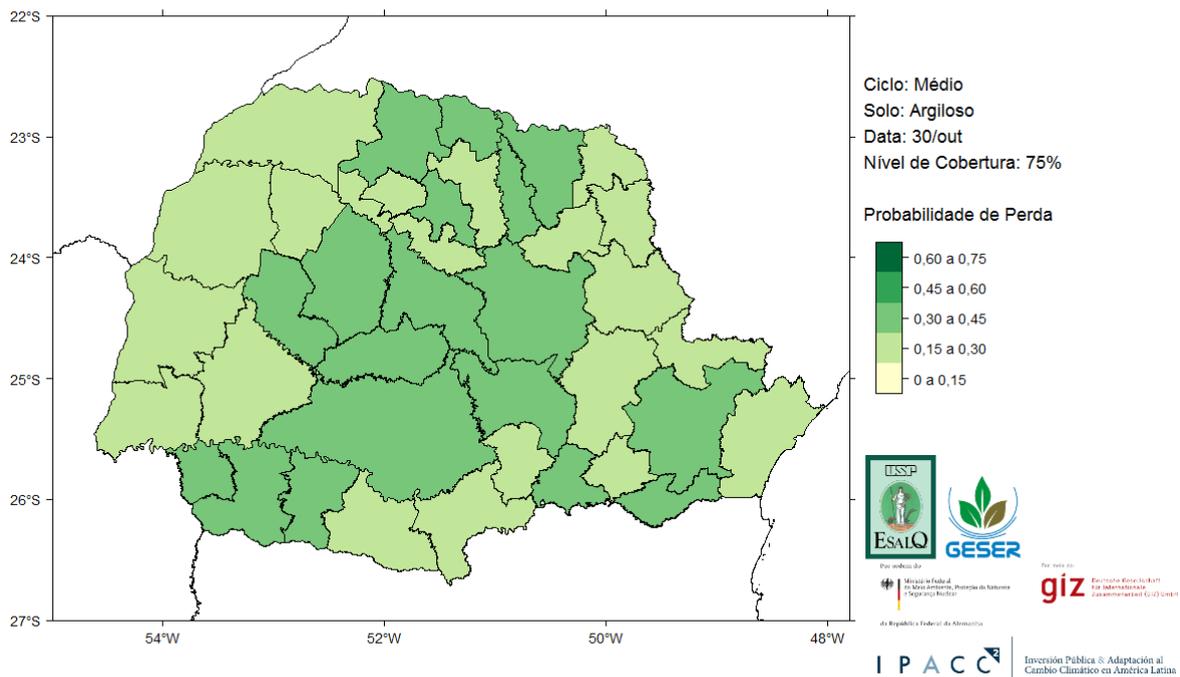


Projeto de Fomento
do Estado de Mato Grosso do Sul
para o Desenvolvimento da Agricultura Familiar

Projeto de Fomento
do Estado de Mato Grosso do Sul
para o Desenvolvimento da Agricultura Familiar

IPACC

Iniciativa Pública de Adaptação ao
Climático em América Latina



6. OBSERVAÇÕES FINAIS

Calculou-se as probabilidades de perda para 142 dos 399 municípios do Paraná. Com o intuito de criar zonas homogêneas com os índices de perda optou-se por interpolar os

resultados utilizando a média das produtividades de perda municipais ponderadas por suas respectivas áreas. Assim, criou-se as zonas homogêneas agregadas em microrregiões do estado.

A principal limitação da interpolação dos dados municipais em microrregiões é a perda da informação em nível municipal. Ou seja, as probabilidades de perda foram transformadas em uma média do comportamento dos municípios o que leva a redução da variabilidade do comportamento do risco. Na prática, pode ocorrer de existirem municípios com probabilidades de perda maiores do que aquela apontada na microrregião, e vice-versa. O fato de ponderar a média pelo tamanho da área municipal ameniza o problema, na medida em que dá um peso maior para os municípios mais representativos em função de seu tamanho.

REFERÊNCIAS

Akaike, H. (1974) A new look at the statistical model identification, *Automatic Control, IEEE Transactions on* 19, 716–723.

Alizadeh, M.; Emadi, M.; Doostparast, M.; Cordeiro, G.M.; Ortega, E.M.; Pescim, R.R. (2015) A new family of distributions: the kumaraswamy odd log-logistic, properties and applications, *Hacetatepe Journal of Mathematics and Statistics*, 44.

Azzalini, A. A class of distributions wich includes the normal ones, *Scand. J. Statist.* 12 (1985), pp. 171-178.

Azzalini, A.; Capitanio, A. (2003) Distributions generated by perturbation of symmetry with emphasis on a multivariate skew t-distribution, *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology)*, 65, 367–389.

Braga, A. S.; Cordeiro, G.M.; Ortega, E.M.; Cruz, J.N. (2016) The odd log–logistic normal distribution: Theory and applications in analysis of experiments, *Journal of Statistical Theory and Practice*, 1–25.

Cruz, J.N. (2016) A nova família de distribuições odd log-logística: teoria e aplicações, Ph.D. diss., Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz.

Moretin, P.A.; Tolo, C.M. Previsão de séries Temporais. Atual. São Paulo. 1985.

Ozaki, V.A.; Silva, R. S. (2009) Bayesian ratemaking procedure of crop insurance contracts with skewed distribution. Journal of Applied Statistics, 36, 443-452.

Wei, W.W.S. Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods. Pearson. 2005