



Governo do Estado do PARÁ
Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade - SEMAS/PA

Nota Técnica

NT Nº: 45374/GEOOUT/COR/DIREH/SAGRH/2024

INFORMAÇÕES GERAIS DO PROTOCOLO

Protocolo

- Número:

- Data Protocolo:

Empreendimento

- Nome / Razão Social / Denominação:

Assunto

- Determinação da demanda hídrica para irrigação com fins de outorga

Para utilizar água dos mananciais superficiais ou subterrâneos, o usuário deve solicitar uma outorga ao órgão gestor de recursos hídricos competente. Esse procedimento necessário para regulamentar a captação e o uso da água, assegurando a disponibilidade dos recursos hídricos para diferentes usuários e evitando conflitos.

A determinação das demandas para irrigação com fins de obter outorga é mais eficiente quando feita por estimativas, em vez de medições. Para tornar esse processo mais simples, especialistas da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) criaram uma planilha específica para calcular as necessidades hídricas de culturas agrícolas com fins de irrigação. Essa ferramenta estima tanto as demandas de irrigação quanto as demandas sazonais de captação, informações essenciais nos pedidos de outorga para irrigação com base em dados como área irrigada e sua localização, cultura cultivada, método de irrigação e o calendário de irrigação.

A planilha adota simplificações para facilitar a determinação das necessidades hídricas das lavouras irrigadas, oferecendo soluções práticas de forma eficiente.

Assim, a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade (Semas) adotará esta planilha para avaliar as demandas hídricas para irrigação. Portanto, todos os pedidos de outorga para irrigação devem ser acompanhados da planilha preenchida e do calendário de irrigação. Tais arquivos estão disponibilizados no sítio desta Semas, conforme o link a seguir: <https://www.semas.pa.gov.br/diretorias/recursos-hidricos/outorga/documentos-necessarios/>

Para auxiliar no preenchimento da planilha, esta Nota Técnica inclui um guia prático com instruções básicas. Informações adicionais sobre cálculos, conceitos técnicos e o manejo da planilha estão disponíveis no "Manual de Procedimentos Técnicos e Administrativos de Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos" da ANA (2013), cuja leitura é fortemente recomendada.

Por fim, ressalta-se que o guia prático substitui a responsabilidade do usuário da responsabilidade de realizar pesquisas adicionais para obter informações mais detalhadas e/ou atualizadas.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. Manual de procedimentos técnicos e administrativos de outorga de direito de uso de recursos hídricos. Agência Nacional de Águas – ANA, 2013. Brasília, 240p. Disponível em: <http://bibliotecadigital.economia.gov.br/handle/123456789/433>



Governo do Estado do PARÁ
Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade - SEMAS/PA

Nota Técnica

NT Nº: 45374/GEOUT/COR/DIREH/SAGRH/2024

Belém, 20/08/2024.

Assinado eletronicamente. A assinatura digital pertence a:

- Helder Thadeu de Oliveira 20/08/2024 - 09:27;

conforme horário oficial de Belém. A autenticidade deste documento pode ser conferida no endereço: <https://titulo.page.link/BNfP>



GUIA PRÁTICO

Orientações básicas para o uso da planilha de determinação das necessidades hídricas para irrigação elaborada pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).

1. INSTRUÇÕES GERAIS

- 1.1. A planilha de cálculo da demanda hídrica para agricultura irrigada pode ser encontrada no sítio da Semas, utilizando-se o link a seguir: <https://www.semas.pa.gov.br/diretorias/recursos-hidricos/outorga/documentos-necessarios/>
- 1.2. Principais informações para a efetivo funcionamento da planilha:
 - a. Município.
 - b. Sistema/Método de irrigação.
 - c. Eficiência do método de irrigação.
 - d. Área irrigada pelo ponto de captação.
 - e. Cultura cultivada.
 - f. Precipitação provável e efetiva (mm).
 - g. Evapotranspiração de referência (mm).
 - h. Coeficiente de cultura (Kc).
 - i. Coeficiente de ajuste (Kaj).
- 1.3. Esta planilha deverá ser preenchida considerando-se a irrigação a ser feita a partir de **um ponto de captação**.
- 1.4. Deverão ser preenchidos apenas os campos de cor amarela. Os campos de cor branca serão automaticamente calculados pela planilha.
- 1.5. A planilha de determinação das necessidades hídricas para irrigação deve ser encaminhada juntamente com o calendário de irrigação (Anexo 1).

2. SOBRE O BLOCO VERMELHO “DADOS CADASTRAIS”

- 2.1. Nº do ponto: Identificação do ponto de captação irrigante.
- 2.2. Propriedade: Identificação da propriedade.
- 2.3. Área (ha): Área total da propriedade
- 2.4. Área irrigada total da propriedade (ha): Somatório de todas as áreas irrigadas
- 2.5. Requerente: Pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que requeira ao Órgão Gestor da Política Estadual de Recursos Hídricos outorga preventiva ou de direito de uso de recursos hídricos.
- 2.6. Coordenadas do ponto: Informação de georreferenciamento do ponto de captação irrigante.
- 2.7. Município/UF: Município onde se localiza(m) a(s) área(s) irrigada(s). Importante para o estabelecimento das informações climatológicas (precipitação provável e efetiva e evapotranspiração de referência).
- 2.8. Corpo hídrico: Identificação do manancial fonte da água captada para a irrigação.

3. SOBRE O BLOCO AZUL “DADOS DA IRRIGAÇÃO”

- 3.1. No campo “Sistema/Método” deverá ser informado o sistema de irrigação utilizado para uma dada área irrigada (vide seção 5. “Método de irrigação e eficiência”). Nesta planilha, a captação poderá ser destinada para atender até 8 diferentes sistemas/métodos de irrigação.
- 3.2. Esses sistemas, ao longo do ano, poderão atender a uma cultura perene ou a uma sequência de culturas (por exemplo, milho/soja).
- 3.3. Somente deverão ser preenchidos os campos correspondentes ao(s) sistema(s) existentes. Os outros deverão ser deixados totalmente em branco, para não interferirem nos cálculos.
- 3.4. A eficiência, em percentagem, deverá ser compatível ao sistema de irrigação empregado (vide seção 5. “Método de irrigação e eficiência”).
- 3.5. O Campo “Área irrigada (ha)”, refere-se à área possível de ser irrigada pelo respectivo sistema de irrigação. Portanto, caso forem utilizadas culturas em sucessão num mesmo sistema de irrigação, estas deverão estar apenas distribuídas ao longo dos meses, e não colocadas em colunas separadas. Essa disposição levaria a erros já que as áreas das culturas seriam somadas várias vezes, com a superestimativa da área irrigada. O Anexo 3 apresenta um exemplo no qual o preenchimento incorreto levaria a ser considerada incorretamente uma área de 285 ha, quando a área correta seria 95 ha.
- 3.6. Portanto, caso forem utilizadas culturas em sucessão, as áreas não devem ser somadas ao longo da sequência (Vide Anexo 3).
- 3.7. Os campos de precipitação e de evapotranspiração serão preenchidos automaticamente, conforme o município informado.
- 3.8. Os dados disponibilizados de precipitação correspondem à provável com 80% de garantia e efetiva, e não à média.
- 3.9. Para as culturas anuais, os campos Kc e Kaj somente deverão ser preenchidos para os meses em que as culturas estiverem no campo (Anexo 2).
- 3.10. Para as culturas permanentes, os campos Kc e Kaj deverão ser preenchidos para o ano inteiro ou para os meses com previsão de irrigação (Anexo 2).
- 3.11. Valores de referência para Kc podem ser encontrados na Tabela 11, em ANA (2013), Apêndice A, em ANA (2019), ou em outra publicação de relevância. A seção 6. “Alguns exemplos dos principais aspectos de diferentes culturas” apresenta uma tabela sintética com algumas culturas como exemplo.
- 3.12. A partir da evapotranspiração de referência (Eto), será possível estimar a evapotranspiração da cultura a ser irrigada, por meio dos coeficientes de cultivo (Kc), conforme segue: $Etc = Eto \times Kc$. A Etc considera a cultura sob condição padrão, ou seja, é a evapotranspiração de uma cultura livre de pragas, doenças e plantas daninhas, bem fertilizada, que se desenvolve numa área ampla, com ótimo suprimento hídrico de água no solo e que alcança plena produção sob determinadas condições climáticas (Albuquerque 2001). Entretanto quando a cultura é conduzida no campo, pode ser que a evapotranspiração real seja diferente, já que ocorrem desvios da condição ótima, tais como pragas, doenças, salinidade do solo, baixa fertilidade, déficit ou excesso hídrico, que resultam em mau crescimento e baixa densidade das plantas. Assim, na tentativa de ajustar esses desvios em relação a condição padrão, podem ser usados outros coeficientes. Para simplificação da planilha, se a irrigação for feita considerando-se uma das condições citadas acima, **a correção poderá ser feita no Kaj** (Neste caso, deverá ser informado como foi obtido o valor de Kaj e o que ele engloba. Para tal e outras informações, pode ser usado o campo “Fonte dos dados” – Anexo 4).

- 3.13. O Kaj pode incluir: (a) Correção devido a estresse hídrico, com a finalidade de corrigir o Kc para situações de restrições hídricas existentes no solo, sendo que, nesse caso, será **menor do que 1**. Esta correção pode ser feita quando o intervalo entre as irrigações é maior que um dia, com o solo passando gradualmente a restringir mais a evapotranspiração da cultura. Para a condição de suprimento hídrico ideal, o **valor será igual a 1**; (b) Correção em função da percentagem de umedecimento da superfície do solo, para o caso dos sistemas de irrigação em que apenas uma fração da área total ocupada pela cultura é irrigada. Este coeficiente será **igual a 1** para os sistemas de irrigação que apresentarem 100 % de área molhada, como é o caso, por exemplo da aspersão, e **menor que 1** para os sistemas de irrigação localizada como microaspersão e gotejamento. Nesta última situação não se tem uma regra fixa para a determinação dos valores, pois é dependente de diversos fatores como características da cultura e seu espaçamento, do sistema de irrigação, das características dos emissores e da distribuição destes na área irrigada; (c) No caso de irrigação por inundação este coeficiente poderá ser usado para corrigir as demandas em função de necessidades adicionais para a saturação do perfil do solo e formação inicial da lâmina de inundação. Para esta finalidade o valor de Kaj deverá ser **maior do que 1**.
- 3.14. Relação entre Kaj e o método de irrigação:
- Localizado: $Kaj = 0,3 - 1,0$.
 - Aspersão e pivô: $Kaj = 1,0$.

4. SOBRE O BLOCO VERDE “DADOS DA CAPTAÇÃO”

- 4.1. A **coluna A** irá dispor as informações de demanda hídrica em passo mensal, de acordo com os dados informados no bloco azul “Dados da irrigação”.
- 4.2. Quando for utilizada apenas uma bomba, o valor da vazão de captação (**coluna B**) deverá ser constante ao longo dos meses. Essa sugestão não é válida quando a bomba permitir a variação de vazão, o que é uma situação pouco comum para a finalidade de irrigação.
- 4.3. Quando for utilizada mais de uma bomba, a vazão em cada mês (**coluna B**), deverá ser a soma das vazões das bombas com previsão de operação no mês.
- 4.4. Os valores da coluna “Horas/Dia” (**coluna D**) devem ser números inteiros entre 0 e 24. Esses valores devem ser ajustados manualmente, inclusive levando-se em consideração os resultados da **coluna E** “Dias/Mês”, de forma a atender as especificidades operacionais do projeto de irrigação.
- 4.5. No preenchimento da coluna “Horas/Dia” (**coluna D**) deve ser considerado que em irrigação complementar (com maiores contribuições da precipitação), as necessidades de irrigação em geral se concentram em alguns dias do mês, durante os chamados veranicos e não regularmente distribuídas no mês inteiro. Além disso, em função de vários fatores, em geral não é possível o trabalho durante as 24 horas do dia (jornada de trabalho dos empregados, custo maior da energia elétrica no horário de pico de consumo etc.). Esses fatores devem ser levados em conta em conta nos ajustes dos valores de “Horas/dia” de operação.
- 4.6. Os valores da coluna “Dias/mês” (**coluna E**) são automaticamente calculados pela planilha em função do volume mensal necessário (**coluna A**), dos valores informados de vazão de captação (**coluna B**), e Horas/Dia” de operação (**coluna D**). Os resultados devem ser valores inteiros entre 0 e 31.
- 4.7. Valores em vermelho na coluna “Dias/mês” (**coluna E**) indicam que a vazão de bombeamento (**coluna B**) ou as “Horas/dia” de operação (**coluna D**) são insuficientes para o atendimento dos volumes mensais necessários para irrigação (**coluna A**).

- 4.8. Na **coluna E** (Dias/mês), caso não apareça nenhum valor ou apareça um valor muito baixo, significa que a irrigação não será necessária ou será pouco necessária para o mês. Isso em geral acontece nos meses mais chuvosos. Entretanto, para o preenchimento dos formulários o requerente poderá estabelecer valores mínimos para Horas/dia, já que a base dos cálculos é mensal e as irrigações são feitas a intervalos bem menores de tempo. A justificativa para essa recomendação é que mesmo nos meses mais chuvosos, a irrigação pode ser necessária nos eventuais veranicos ou para a realização de operações como fertirrigação ou semeadura.
- 4.9. Os valores de consumo (coluna H) servem para comparações com balizadores de consumo máximo por método de irrigação. A tabela a seguir apresenta alguns exemplos:

Método de irrigação (L/s/ha)	
Inundação	1,5 – 2,5
Sulcos	0,8 – 2,0
Aspersão	0,6 – 1,0
Localizada	0,3 – 0,7

Observação: Os valores da tabela acima apenas servem para a detecção de erros grosseiros, pois consideram as demandas máximas sem levar em conta as variações da precipitação pluviométrica, evapotranspiração, culturas irrigadas e eficiência de uso da água, entre outros fatores. Portanto, o preenchimento da planilha, em geral resultará em consumos menores, especialmente em regiões mais chuvosas, com menores demandas atmosféricas ou quando a irrigação for feita com maior eficiência.

- 4.10. Os volumes mensais resultam diferentes entre as **colunas A e G** em decorrência do arredondamento para valores inteiros das **colunas D** (Horas/dia) e **E** (Dias/mês).
- 4.11. Para efeito de cálculo do DAE com fins de solicitação de outorga, deve-se identificar o maior volume diário (m³/dia) exibido na **coluna F**, no bloco verde "DADOS DA CAPTAÇÃO".

5. MÉTODO DE IRRIGAÇÃO E EFICIÊNCIA

MÉTODO	SISTEMA DE IRRIGAÇÃO	EFICIÊNCIA DE REFERÊNCIA (%)	PERDAS (%)
Superfície	Sulcos abertos	65	35
	Sulcos fechados ou interligados em bacias	75	25
	Inundação	60	40
Subterrâneo	Gotejamento subterrâneo ou enterrado	95	5
	Subirrigação ou elevação do lençol freático	60	40
Aspersão	Convencional com linhas laterais ou malha	80	20
	Mangueiras perfuradas	85	15
	Canhão autopropelido/Carretel enrolador	80	20
	Pivô central (fixo ou rebocável)	85	15
	Linear	90	10
Localizado	Gotejamento	95	5
	Microaspersão	90	10

Fonte: ANA (2019).

6. ALGUNS EXEMPLOS DOS PRINCIPAIS ASPECTOS DE DIFERENTES CULTURAS

Cultura	Kc			Ciclo (dias)
	Inicial	Médio	Final	
Soja	0,4*	1,15	0,5	90 - 120
Milho (grão e pipoca)	0,3*	1,2	0,6 - 0,35	120 - 150
Milho (doce)	0,3*	1,15	1,05	90 - 110
Milheto, Painço	0,3	1,0	0,3	130 - 140
Açaí (fruto) - cultivo		1,0		Perene
Cacau (em amêndoa)		1,05		Perene
Eucalipto		1,0		Perene

*Valor de Kc inicial adotado é o atribuído ao grupo de cultura (maiores detalhes em ANA 2013 e ANA 2019).

Fonte principal dos dados (Kc): Boletim FAO 56 – Allen et al. 1998.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. Coeficientes técnicos de uso da água para a agricultura irrigada. Agência Nacional de Águas - ANA, 2019. Brasília: 29 p.: il. Disponível em: https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/central-de-publicacoes/ana_coeficientes_agricultura_irrigada_vf.pdf/view

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. Manual de procedimentos técnicos e administrativos de outorga de direito de uso de recursos hídricos. Agência Nacional de Águas – ANA, 2013. Brasília, 240p. Disponível em: <http://bibliotecadigital.economia.gov.br/handle/123456789/433>

ALBUQUERQUE, P. E. P.; ANDRADE, C. L. T. Planilha eletrônica para a programação da irrigação de culturas anuais. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. 14 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 10).

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO. Irrigation and drainage paper, 56).

ANEXOS

Anexo 1. Previsão de culturas e calendário de irrigação para cada ponto de captação.

Ponto de captação 1:

Sistema/método de irrigação		Área irrigada (ha)	Previsão de culturas a serem irrigadas:											
			Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	Aspersao (pivô central)	85	soja	milho	milho	milho	milho	milho	feijão	feijão	feijão	soja	soja	soja
2	Aspersao (pivô central)	100	soja	milho	milho	milho	milho	milho	feijão	feijão	feijão	soja	soja	soja
3	Gotejamento	10	café	café	café	café	café	café	café	café	café	café	café	café
4	Aspersão	8	pasto	pasto	pasto	pasto	pasto	pasto	pasto	pasto	pasto	pasto	pasto	pasto
5	...													
6	...													
7	...													
8	...													
Total		203												

Fonte: ANA 2013.

Anexo 2. Exemplo de preenchimento da planilha para uma sequência de culturas anuais (soja/milho/feijão - coluna 1) e uma cultura permanente (laranja - coluna 2).

Dados da irrigação:							1	2
Sistema/Método		Asp (pivô central)		Microaspersão				
Cultura(s)		soja/milho/feijão		Laranja				
Eficiência da irrigação (%)		85,0		90,0				
Área irrigada (ha)		100,0		20,0				
Mês	$P_{(p\%)}^*$	Eto*	Kc	Kaj	Kc	Kaj		
Jan	122,5	135,0	0,7	1	0,8	1		
Fev	75,6	121,0	0,8	1	0,8	1		
Mar	61,8	123,0	1	1	0,8	1		
Abr	18,2	102,0	1,2	1	0,8	1		
Mai	0,8	85,0	1,2	1	0,8	1		
Jun	0,0	75,0	0,8	1	0,8	1		
Jul	0,0	81,0	0,8	1	0,8	1		
Ago	0,0	107,0	1	1	0,8	1		
Set	12,0	129,0	0,8	1	0,8	1		
Out	72,1	137,0	0,7	1	0,8	1		
Nov	105,5	129,0	1	1	0,8	1		
Dez	111,7	126,0	1,15	1	0,8	1		

Fonte: ANA 2013.

Anexo 3. Exemplo de preenchimento correto e incorreto para um sistema de irrigação por pivô central de 95 ha, com previsão de irrigação da sequência de culturas de soja/milho/feijão.

Dados da irrigação: 1					Dados da irrigação: 1 2 3								
Sistema/Método		Asp.(pivô central)			Sistema/Método		Asp.(pivô central)		Asp.(pivô central)		Asp.(pivô central)		
Cultura(s)		soja/milho/feijão			Cultura(s)		soja		milho		feijão		
Eficiência da irrigação (%)		85,0			Eficiência da irrigação (%)		85,0		85,0		85,0		
Área irrigada (ha)		95,0			Área irrigada (ha)		95,0		95,0		95,0		
Mês	P(p%)*	Eto*	Kc	Kaj	Mês	P(p%)*	Eto*	Kc	Kaj	Kc	Kaj	Kc	Kaj
Jan	122,5	135,0	0,9	1	Jan	122,5	135,0	0,9	1				
Fev	75,6	121,0	0,7	1	Fev	75,6	121,0			0,7	1		
Mar	61,8	123,0	1	1	Mar	61,8	123,0			1	1		
Abr	18,2	102,0	1,2	1	Abr	18,2	102,0			1,2	1		
Mai	0,8	85,0	1,2	1	Mai	0,8	85,0			1,2	1		
Jun	0,0	75,0	0,8	1	Jun	0,0	75,0			0,8	1		
Jul	0,0	81,0	0,7	1	Jul	0,0	81,0					0,7	1
Ago	0,0	107,0	1	1	Ago	0,0	107,0					1	1
Set	12,0	129,0	0,9	1	Set	12,0	129,0					0,9	1
Out	72,1	137,0	0,7	1	Out	72,1	137,0	0,7	1				
Nov	105,5	129,0	0,9	1	Nov	105,5	129,0	0,9	1				
Dez	111,7	126,0	1,15	1	Dez	111,7	126,0	1,15	1				

Fonte: ANA 2013.

Anexo 4. Indicação (seta azul) do campo para informar as fontes dos dados utilizados.

PLANILHA PARA A DETERMINAÇÃO DAS NECESSIDADES MENSAIS DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO - Por ponto de captação.																									
Dados Cadastrais:		Nº do ponto:	Propriedade:					Área(ha):	Área irrigada total da propriedade (ha):																
Requerente:								Coordenadas do ponto:		" Latitude: " Longitude															
Município/UF								Corpo Hídrico:																	
Dados da irrigação:																									
Sistema/Método		1	2	3	4	5	6	7	8																
Cultura(s)																									
Eficiência da irrigação (%)																									
Área irrigada (ha)																									
Mês	P(p%)*	Eto*	Kc	Kaj	Kc	Kaj	Kc	Kaj	Kc	Kaj	Kc	Kaj	Kc	Kaj	Kc	Kaj	Kc								
Jan																									
Fev																									
Mar																									
Abr																									
Mai																									
Jun																									
Jul																									
Ago																									
Set																									
Out																									
Nov																									
Dez																									
Fonte dos dados*:		*a partir da base FAOCLIM; Eto: Penman-Montheith/FAO; P(p%)-precipitação provável com 80% de garantia (método FAO/AGLW) e efetiva (método SCS).																							

Fonte: ANA 2013.

Obs.: Caso o espaço seja insuficiente, o usuário poderá se utilizar de outros meios.