



UNITED NATIONS  
INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION



# Directrizes técnicas para o desenvolvimento de centrais hidroeléctricas pequenas **PROJECTO**

## **Parte 8: Avaliação do Impacto Social e Ambiental**

SHP/TG 002-8: 2019



## **DECLARAÇÃO DE EXONERAÇÃO DE RESPONSABILIDADE**

Este documento foi produzido sem edição formal das Nações Unidas. As designações e a apresentação do material deste documento não implicam a expressão de qualquer opinião por parte do Secretariado da Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO) sobre o estatuto jurídico de qualquer país, território, cidade ou área das suas autoridades, ou sobre a delimitação das respectivas fronteiras ou limites, sistema económico ou grau de desenvolvimento. Designações como "desenvolvido", "industrializado" e "em desenvolvimento" são utilizadas para fins estatísticos e não expressam necessariamente uma opinião sobre a etapa alcançada por um determinado país ou área no processo de desenvolvimento. A menção de nomes de empresas ou produtos comerciais não constitui uma aprovação por parte da UNIDO. Apesar do extremo cuidado na manutenção da precisão das informações aqui contidas, nem a UNIDO nem os seus Estados-Membros assumem qualquer responsabilidade pelas consequências que possam advir do uso do material. Este documento pode ser citado ou reimpresso livremente, mas o seu reconhecimento é necessário.

Directrizes técnicas para o desenvolvimento  
de centrais hidroeléctricas pequenas  
PROJECTO

## **Parte 8: Avaliação do Impacto Social e Ambiental**

**SHP/TG 002-8: 2019**

## AGRADECIMENTOS

As directrizes técnicas (DT) são o resultado de um esforço de colaboração entre a Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO) e a Rede Internacional de Pequenas Centrais Hidroelétricas (INSHP). Cerca de 80 peritos internacionais e 40 agências internacionais estiveram envolvidos na preparação do documento e na revisão pelos pares, e forneceram sugestões e opiniões específicas para tornar as directrizes técnicas profissionais e aplicáveis.

A UNIDO e a INSHP estão enormemente gratas pelas contribuições recebidas durante o desenvolvimento destas directrizes, em particular, as fornecidas pelas seguintes organizações internacionais:

- O Mercado Comum da África Oriental e Austral (COMESA)
- A Rede Global de Centros Regionais de Energia Sustentável (GN-SEC), particularmente o Centropara as Energias Renováveis e Eficiência Energética da CEDEAO (ECREEE), o Centropara as Energias Renováveis e Eficiência Energética da África Oriental (EACREEE), o Centropara as Energias Renováveis e Eficiência Energética do Pacífico (PCREEE) e o Centropara as Energias Renováveis e Eficiência Energética das Caraíbas (CCREEE).

O governo chinês facilitou a finalização dessas directrizes e teve grande importância na sua conclusão.

O desenvolvimento destas directrizes beneficiam extraordinariamente dos pensamentos, das revisões e das críticas construtivas, como também das contribuições de: Sr. Adnan Ahmed Shawky Atwa, Sr. Adoyi John Ochigbo, Sr. Arun Kumar, Sr. Atul Sarthak, Sr. Bassey Edet Nkposong, Sr. Bernardo Calzadilla-Sarmiento, Sra. Chang Fangyuan, Sr. Chen Changjun, Sra. Chen Hongying, Sr. Chen Xiaodong, Sra. Chen Yan, Sra. Chen Yueqing, Sra. Cheng Xialei, Sr. Chileshe Kapaya Matantilo, Sra. Chileshe Mpundu Kapwepwe, Sr. Deogratias Kamweya, Sr. Dolwin Khan, Sr. Dong Guofeng, Sr. Ejaz Hussain Butt, Sra. Eva Kremere, Sra. Fang Lin, Sr. Fu Liangliang, Sr. Garaio Donald Gafiye, Sr. Guei Guillaume Fulbert Kouhie, Sr. Guo Chenguang, Sr. Guo Hongyou, Sr. Harold John Annegam, Sra. Hou ling, Sr. Hu Jianwei, Sra. Hu Xiaobo, Sr. Hu Yunchu, Sr. Huang Haiyang, Sr. Huang Zhengmin, Sra. Januka Gyawali, Sr. Jiang Songkun, Sr. K. M. Dharesan Unnithan, Sr. Kipyego Cheluget, Sr. Kolade Esan, Sr. Lamysier Castellanos Rigoberto, Sr. Li Zhiwu, Sr.<sup>a</sup> Li Hui, Sr. Li Xiaoyong, Sr.<sup>a</sup> Li Jingjing, Sr.<sup>a</sup> Li Sa, Sr. Li Zhenggui, Sra. Liang Hong, Sr. Liang Yong, Sr. Lin Xuxin, Sr. Liu Deyou, Sr. Liu Heng, Sr. Louis Philippe Jacques Tavernier, Sra. Lu Xiaoyan, Sr. Lv Jianping, Sr. Lv Jianping. Manuel Mattiat, Sr. Martin Lugmayr, Sr. Mohamedain SeifElnasr, Sr. Mundia Simainga, Sr. Mukayi Musarurwa, Sr. Olumide TaiwoAlade, Sr. Ou Chuanqi, Sr.<sup>a</sup> Pan Meiting, Sr. Mukayi Musarurwa, Sr. Liu Heng. Pan Weiping, Sr. Ralf Steffen Kaeser, Sr. Rudolf Hupfl, Sr. Rui Jun, Sr. Rao Dayi, Sr. Sandeep Kher, Sr. Sergio Armando Trelles Jasso, Sr. Sindiso Ngwenga, Sr. Sidney Kilmete, Sr.<sup>a</sup> Sitraka Zarasoa Rakotomahefa, Sr. Shang Zhihong, Sr. Shen Cunke, Sr. Shi Rongqing, Sr.<sup>a</sup> Sanja Komadina, Sr. Tareqemtairah, Sr. Tokihiko Fujimoto, Sr. Tovoniaina Ramanantsoa Andriampaniry, Sr. Tan Xiangqing, Sr. Tong Leyi, Sr. Wang Xinliang, Sr. Wang Fuyun, Sr. Wang Baoluo, Sr. Wei Jianghui, Sr. Wu Cong, Sra. Xie Lihua, Sr. Xiong Jie, Sr. Xu Jie, Sr. Xu Xiaoyan, Sr. Xu Wei, Sr. Yohane Mukabe, Sr. Yan Wenjiao, Sr. Yang Weijun, Sr. Yan Li, Sr. Yao Shenghong, Sr. Zeng Jingnian, Sr. Zhao Guojun, Sr. Zhang Min, Sr. Zhang Liansheng, Sr. Zhang Zhenzhong, Sr. Zhang Xiaowen, Sr.<sup>a</sup> Zhang Yingnan, Sr. Zheng Liang, Sr. Zheng Yu, Sr. Zhou Shuhua, Sr.<sup>a</sup> Zhu Mingjuan.

Seria muito bem-vinda a provisão de outras recomendações e sugestões para a execução da actualização.

## Índice

Prefácio .....	II
Introdução .....	III
1 Âmbito .....	1
2 Referências normativas .....	1
3 Termos e definições .....	1
4 Avaliações de impacto ambiental .....	1
4.1 Disposições gerais .....	1
4.2 Análise de engenharia .....	3
4.3 Levantamento e avaliação do status quo ambiental .....	5
4.4 Previsão e avaliação .....	6
4.5 Medidas de protecção .....	8
4.6 Gestão e monitorização .....	9
4.7 Investimento e análise de ganhos/perdas económicas .....	9
5 Aquisição e realocização de terras .....	9
5.1 Levantamento físico da aquisição de terrenos para construção .....	9
5.2 Planeamento de realocização .....	10
5.3 Investimento de compensação .....	12
6 Conservação do solo e da água .....	12
6.1 Objectivos e requisitos do controlo da erosão do solo .....	12
6.2 Sistema de medidas para controlo da erosão do solo .....	13
6.3 Investimento na conservação do solo e da água .....	13
7 Avaliação do impacto social .....	13
8 Conclusão da avaliação e sugestões .....	13
Apêndice A (Normativo) Método de cálculo do caudal ecológico da estação PCH .....	15

## Prefácio

A Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO) é uma agência especializada no âmbito do sistema das Nações Unidas para promover o Desenvolvimento Industrial Global Inclusivo e Sustentável (ISID). A relevância do ISID como abordagem integrada aos três pilares do desenvolvimento sustentável é reconhecida pela Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável e pelos Objectivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) correspondentes, que reunirão os esforços das Nações Unidas e dos países rumo ao desenvolvimento sustentável nos próximos quinze anos. O mandato da UNIDO para o ISID engloba a necessidade de apoiar a criação de sistemas energéticos sustentáveis, uma vez que a energia é essencial para o desenvolvimento económico e social e para a melhoria da qualidade de vida. A preocupação e o debate internacional sobre energia têm crescido cada vez mais nas últimas duas décadas, com as questões da redução da pobreza, dos riscos ambientais e das alterações climáticas a assumirem agora um lugar central.

A INSHP (Rede Internacional de Pequenas Centrais de Energia Hidroelétrica) é uma organização internacional de coordenação e promoção para o desenvolvimento global de pequenas centrais de energia hidroelétrica (PCH), baseada na participação voluntária de pontos focais regionais, sub-regionais e nacionais, instituições relevantes, serviços públicos e empresas, e cujo principal objectivo são as prestações sociais. A INSHP visa a promoção do desenvolvimento global de PCH através da cooperação triangular técnica e económica entre países em desenvolvimento, países desenvolvidos e organizações internacionais, a fim de abastecer as zonas rurais dos países em desenvolvimento com energia ambientalmente saudável, acessível e adequada, o que levará ao aumento das oportunidades de trabalho, à melhoria dos ambientes ecológicos, à redução da pobreza, à melhoria dos padrões de vida e culturais locais e ao desenvolvimento económico.

A UNIDO e a INSHP colaboram no Relatório Mundial de Desenvolvimento de Pequenas Centrais de Energia Hidroelétrica desde 2010. A partir dos relatórios, a produção e o desenvolvimento das PCH em todo o mundo não foram correspondidos. Um dos obstáculos ao desenvolvimento na maioria dos países é a falta de tecnologias. A UNIDO, em colaboração com a INSHP, através da cooperação com peritos globais, e com base em experiências de desenvolvimento bem-sucedidas, decidiu desenvolver as directrizes técnicas das PCH para satisfazer a procura dos Estados-Membros.

Estas directrizes técnicas foram elaboradas de acordo com as regras editoriais das Directivas ISO/IEC, Parte 2 (consultar [www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives)).

Chama-se especial atenção para a possibilidade de que alguns dos elementos destas directrizes técnicas possam estar sujeitos a direitos de patente. A UNIDO e a INSHP não serão responsáveis pela identificação desses mesmos direitos de patente.

## Introdução

Uma Pequena Central Hidroeléctrica (SHP) é cada vez mais reconhecida como uma importante solução para as Energias Renováveis para a electrificação de áreas rurais remotas. Contudo, embora a maioria dos países europeus, da América do Norte e do Sul e a China tenham elevados níveis de capacidade instalada, o potencial de uma SHP em muitos países em desenvolvimento permanece desconhecido e é prejudicado por vários factores, incluindo a falta de boas práticas ou normas globalmente acordadas para o desenvolvimento de uma SHP.

Estas Directrizes Técnicas (DT) para o Desenvolvimento de Pequenas Centrais Hidroeléctricas abordarão as limitações actuais dos regulamentos aplicados às directrizes técnicas para as SHP, aplicando os conhecimentos especializados e as melhores práticas existentes em todo o mundo. Pretende-se que os países utilizem estas directrizes para apoiar as suas políticas, tecnologias e ecossistemas actuais. Os países com competências institucionais e técnicas limitadas serão capazes de melhorar a sua base de conhecimentos no desenvolvimento de instalações de SHP, atraindo assim mais investimentos para projectos de SHP, encorajando políticas favoráveis e, conseqüentemente, ajudando no desenvolvimento económico a nível nacional. Estas directrizes técnicas serão valiosas para todos os países, mas permitem, especialmente, a partilha de experiências e melhores práticas entre países que têm conhecimentos técnicos limitados.

As directrizes técnicas podem ser utilizadas como princípios e fundamentos para o planeamento, estruturação, construção e gestão de PCH até 30 MW.

- Os Termos e Definições nas directrizes técnicas especificam os termos e definições técnicas profissionais comumente usados para PCH.
- As Directrizes do projecto fornecem directrizes para os requisitos básicos, metodologia e procedimento em termos de selecção do local, hidrologia, geologia, esquema do projecto, configurações, cálculos de energia, hidráulica, selecção de equipamentos electromecânicos, construção, estimativas de custo do projecto, pré-avaliação económica, financiamento, avaliações sociais e ambientais - com o objectivo final de obter as melhores soluções de projecto.
- As Directrizes das unidades especificam os requisitos técnicos para turbinas nas PCH, geradores, sistemas de regulação de turbinas hidráulicas, sistemas de excitação e válvulas principais, como também para sistemas de supervisão, controlo, protecção e de alimentação eléctrica de corrente contínua.
- As Directrizes de construção podem ser utilizadas como documentos de orientação técnica para a construção de projectos de PCH.
- As Directrizes de Gestão fornecem orientações técnicas para a gestão, operação e manutenção, renovação técnica e aceitação de projectos de SHP.





# Directrizes Técnicas para o Desenvolvimento do Projecto de Pequenas Centrais Hidroeléctricas

## Parte 8: Avaliação de Impacto Social e Ambiental

### 1 Âmbito

Esta Parte das Directrizes da estrutura estabelece os princípios gerais, os conteúdos e os requisitos para uma avaliação de impacto ambiental de um projecto de construção de uma pequena central hidroeléctrica (PCH). Como os países normalmente têm políticas consistentes em vigor destinadas à avaliação do impacto social, recolocação e avaliação da conservação do solo e da água, os estudos especiais são geralmente realizados pelos departamentos atribuídos pelos países; este documento só fornece orientações técnicas gerais.

### 2 Referências normativas

Os seguintes documentos são referidos no texto de tal forma que parte ou a totalidade do seu conteúdo constitui uma exigência deste documento. Para referências datadas, é apenas aplicável a edição citada. Para referências não datadas, é aplicável a última edição do documento referenciado (incluindo quaisquer alterações).

SHP/TG 001. *Directrizes técnicas para o desenvolvimento de pequenas centrais de energia hidroeléctrica—Termos e definições.*

### 3 Termos e definições

Para efeitos do presente documento, são aplicáveis os termos e definições apresentados em SHP/TG 001.

## 4 Avaliação do Impacto Ambiental

### 4.1 Disposições gerais

**4.1.1** A avaliação do impacto ambiental deve ser realizada principalmente de acordo com os regulamentos, disposições, normas e especificações técnicas relevantes, bem como com os documentos técnicos de planeamento e engenharia relacionados com a bacia ou área relevante.

**4.1.2** Os factores de avaliação do impacto ambiental, incluindo o ambiente hídrico, o ambiente acústico, o ambiente aéreo e os factores de avaliação do solo, devem ser seleccionados com base nas normas técnicas e requisitos de gestão, para determinar os critérios de avaliação. Os factores de avaliação devem ser seleccionados de acordo com os seguintes princípios:

- a) Os factores de avaliação ambiental das águas superficiais podem incluir indicadores de qualidade da água, tais como DO, pH, COD<sub>MN</sub>, BOD<sub>5</sub>, NH<sub>3</sub>-N, TN, TP, petróleo e grupo coliforme, e indicadores de escoamento hidrológico, tais como área superficial da água, capacidade de retenção de água, temperatura da água, processo de escoamento, profundidade da água, caudal e mudança de lavagem e assoreamento, de acordo com as funções da água.
- b) Os factores de avaliação ambiental da água subterrânea devem ser o nível de água subterrânea, pH, azoto amoniacal, arsénico, índice de permanganato, nitrato, etc.
- c) Os factores de avaliação acústica ambiental devem ser equivalentes ao nível sonoro contínuo LEQ (A).
- d) Os factores de avaliação ambiental do ar devem ser CO, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, TSP, etc.
- e) Os factores de avaliação ambiental do solo devem ser pH, TP, TN, matérias orgânicas, etc.

**4.1.3** As normas de avaliação do impacto ambiental podem ser divididas em normas de avaliação da qualidade ambiental e normas de emissão de poluentes, que devem estar em conformidade com as normas nacionais e locais de controlo da qualidade.

**4.1.4** O grau e o âmbito da avaliação de impacto ambiental devem ser determinados com base nos critérios de classificação especificados nas especificações técnicas relevantes, de acordo com o âmbito e a extensão do impacto directo e do possível impacto indirecto no projecto. O âmbito da avaliação será determinado com base no grau de avaliação de cada elemento ambiental.

**4.1.5** O foco da avaliação do impacto social e ambiental deve ser determinado com base nas características de engenharia, nas características de descarga de poluição, no modo de operação e na sensibilidade dos objectivos de protecção ambiental. Geralmente, a avaliação concentra-se principalmente na barreira do sistema ecológico do rio, no efeito regulador do escoamento e na influência que a construção de engenharia tem sobre o meio hídrico e o ambiente ecológico.

**4.1.6** Os objectivos de protecção ambiental devem cumprir os seguintes requisitos:

- a) Os objectivos de protecção do ambiente ecológico devem ser definidos com base no estado actual do ambiente ecológico na área de construção e nos requisitos de protecção das regiões ambientalmente sensíveis, incluindo os objectivos de protecção tanto da ecologia terrestre como da ecologia aquática em termos de espécies, comunidade e diversidade.
- b) Os objectivos de protecção ambiental da água devem ser definidos com base na qualidade da água e nos requisitos de volume de água na área de construção e nas regiões a montante e a jusante sensíveis do ponto de vista ambiental.

- c) Os objectivos de protecção do ambiente atmosférico devem ser definidos com base no estado actual do ambiente atmosférico dentro da área de construção e nos requisitos de protecção das regiões ambientalmente sensíveis.
- d) O objectivo de protecção do ambiente acústico deve ser definido com base no estado ambiental acústico actual dentro da área de construção e nos requisitos de protecção de regiões acústicas sensíveis do ponto de vista ambiental.

## **4.2 Análise de engenharia**

**4.2.1** A análise de engenharia deve abranger a conformidade do projecto com os regulamentos e planeamento relevantes, a racionalidade do ambiente de engenharia, a organização da construção, a ocupação e realocação do terreno do projecto, a operação do projecto e a identificação e selecção dos impactos ambientais.

**4.2.2** A análise da racionalidade ambiental deve ser realizada sob a perspectiva da disposição geral, modo de desenvolvimento, localização da barragem, modelo de barragem, pátio de estocagem, área de despoeiramento, modo de despacho da operação e satisfação do caudal ecológico, devendo ser proposto o esquema recomendado ou alternativo. Se a bacia estiver em desenvolvimento em cascata, a viabilidade e necessidade da ligação do projecto com o projecto SHF existente em termos de modo de operação, programação e requisitos ecológicos e medidas de restauração ecológica de troços de rio degradados deve ser analisada de acordo com a situação actual das centrais de energia hidroeléctrica existentes na bacia.

**4.2.3** A análise da construção deve cumprir os seguintes requisitos:

- a) O volume das escórias residuais deve ser estimado com base na escavação e aterro de rocha, e o impacto do transporte e empilhamento das escórias no ambiente circundante deve ser analisado com base na disposição da área de despoeiramento.
- b) A intensidade e o alcance do impacto das fontes de ruído devem ser analisados com base nas máquinas de construção e no transporte de veículos, e o impacto do transporte de veículos de construção na vida e no tráfego dos residentes locais deve ser analisado.
- c) O volume de descarga de esgotos domésticos, lixo doméstico e águas residuais de produção deve ser estimado com base no número de trabalhadores da construção civil e no consumo de água de produção, e as possíveis abordagens geradoras e impacto da poluição devem ser analisadas com base no estado ambiental circundante.
- d) O impacto da construção na irrigação, abastecimento de água, ecologia aquática e transporte de tráfego deve ser analisado com base no desvio da construção e na disposição geral.
- e) As abordagens de impacto e o âmbito da construção sobre objectivos ambientalmente sensíveis devem ser analisados e o impacto sobre a vegetação de superfície, os recursos do solo superficial e a perda de água, também deve ser analisado com base na ocupação dos terrenos de construção e na perturbação da superfície.

- f) Deve ser analisado o impacto das actividades de construção nos habitats das zonas ambientalmente sensíveis, e na flora e fauna principais da região.

**4.2.4** Os possíveis factores de impacto social e ambiental devem ser analisados com base na inundação e ocupação do solo, modo de realocização e pessoal de construção migrante. Se a construção envolver áreas ambientalmente sensíveis, relações religiosas, inter-estatais e internacionais, relações étnicas, cultura popular, relíquias culturais e paisagísticas, as restrições sociais e ambientais devem ser analisadas.

**4.2.5** O impacto da construção no consumo ecológico, industrial e agrícola de água, no ambiente hídrico, no funcionamento e na programação das centrais de energia hidroeléctrica existentes, e no ambiente ecológico a jusante deve ser analisado com base nas alterações da distribuição dos recursos hídricos, nas condições hidrológicas e sedimentares e na obstrução dos edifícios.

**4.2.6** Todos os elementos e factores ambientais que possam ser afectados pela construção, e que tenham sido restringidos ou afectados pelos projectos existentes ou pelo estado ambiental actual, devem ser listados, e a natureza e extensão desses impactos deve ser identificada; os principais elementos e factores ambientais devem ser seleccionados como indicadores importantes para a previsão e avaliação, com base na identificação dos impactos ambientais. Os impactos ambientais podem ser identificados e classificados por meio de análise analógica, matriz, e julgamento de especialistas.

**4.2.7** De acordo com o tipo, localização, sensibilidade e escala do projecto, bem como as características e tamanho do potencial impacto ambiental, a avaliação do impacto ambiental do projecto pode ser dividida nos três níveis seguintes:

- a) 1º nível: o projecto terá impactos ambientais adversos significativos que poderão ultrapassar o âmbito do local ou instalações do projecto. A sua avaliação ambiental deve incluir a análise dos potenciais impactos ambientais positivos e negativos do projecto, a comparação com outras alternativas viáveis (incluindo uma opção "sem projecto"), a proposta de várias medidas para prevenir, reduzir, mitigar ou compensar impactos adversos e melhorar o desempenho ambiental, e a preparação de relatórios de avaliação de impacto ambiental.
- b) 2º nível: o impacto ambiental adverso do projecto sobre as pessoas ou áreas ambientais importantes, incluindo zonas húmidas, florestas, prados e outros habitats naturais, é inferior ao 1º nível, e o âmbito do impacto é limitado ao local do projecto. A avaliação ambiental deve incluir os potenciais impactos ambientais positivos e negativos do projecto, e deve propor medidas que possam ser utilizadas para prevenir, reduzir, mitigar ou compensar os impactos adversos e melhorar o desempenho ambiental.
- c) 3º nível: após a triagem ambiental, o projecto tem pouco ou nenhum impacto adverso sobre o meio ambiente, e pode não estar sujeito a mais avaliações ambientais.

### 4.3 Levantamento e avaliação do status quo ambiental

**4.3.1** O levantamento e avaliação do status quo ambiental deve incluir o levantamento e avaliação do status quo ambiental regional, da qualidade ambiental e da fonte de poluição regional.

**4.3.2** O levantamento e avaliação do status quo ambiental regional deve incluir o seguinte conteúdo:

- a) Levantamento topográfico e geológico, incluindo características e tipos topográficos, estrutura geológica, litologia de formação e colapso, deslizamento de terras, caudal de detritos e outros fenómenos geológicos desfavoráveis.
- b) Levantamento meteorológico, incluindo precipitação anual e a sua distribuição anual, evaporação anual, intensidade do vento, direcção predominante do vento, temperaturas extremas, tempestades e outras condições climáticas desastrosas.
- c) Levantamento hidrográfico e sedimentar, incluindo escoamento superficial e a sua composição, caudal médio mensal, teor médio mensal de sedimentos, gradação de grãos sedimentares, baixo caudal e características de inundação.
- d) Levantamento do sistema fluvial, incluindo características hidrológicas das águas superficiais, divisão dos sistemas de água, zonamento da função ambiente da água, qualidade da água e utilização dos recursos hídricos, bem como a relação entre as principais obras do projecto e o sistema de água na área da construção. Deve ser anexado um mapa do sistema de águas superficiais. Se existirem secções de desidratação a montante e a jusante do projecto, a extensão, o âmbito, as causas e a restauração dessas secções também devem ser estudadas.
- e) Levantamento do solo, incluindo o tipo de solo, propriedade físico-química e fertilidade.
- f) Levantamento dos organismos terrestres, incluindo tipos, distribuição, cobertura e espécies dominantes de vegetação e a distribuição e hábitos fisiológicos e ecológicos de animais/plantas raras e ameaçadas; levantamento dos organismos aquáticos, incluindo a composição e espécies dominantes de peixes, hábitos de vida dos peixes migratórios, distribuição dos locais de desova, tipos, quantidade, hábitos, distribuição do habitat e níveis de protecção dos organismos aquáticos raros nas águas afectadas pela construção.
- g) Levantamento de áreas ambientalmente sensíveis, incluindo tipos, grau, posição geográfica, escopo, zonamento de funções, objectos de protecção, requisitos de protecção e relação espacial com as principais obras.
- h) Levantamento das perdas de água e solo, incluindo os tipos, causas, módulo de erosão do solo e tratamento.

**4.3.3** O levantamento e a avaliação do status quo da qualidade ambiental devem incluir o seguinte conteúdo:

- a) A qualidade de fundo do ambiente das águas superficiais, subterrâneas, ecológicas, acústicas e da qualidade do ar deve ser investigada. A qualidade ambiental regional deve ser avaliada, com base no levantamento do status quo de qualidade ambiental, e a tendência de mudança da qualidade ambiental deve ser explicada.
- b) O status quo da qualidade ambiental deve ser avaliado através da monitorização do status quo da qualidade ambiental ou de dados recentes de monitorização ambiental de rotina. O controlo do status quo da qualidade ambiental deve cumprir as normas relevantes de controlo da qualidade ambiental, as normas de protecção ambiental e as directrizes técnicas de avaliação do impacto social e ambiental.
- c) Os principais problemas ambientais regionais devem ser estudados, e o levantamento deve incluir a perda de água e solo, o tratamento das secções de desidratação dos rios causada pelo desenvolvimento das centrais de energia hidroeléctrica, a gestão das descargas das fontes de poluição e o cumprimento da qualidade da água, a protecção ecológica dos rios e a garantia dos caudais ecológicos, etc. As causas dos grandes problemas ambientais regionais e os constrangimentos ambientais devem ser analisados.

**4.3.4** O levantamento e a avaliação das fontes regionais de poluição devem incluir:

- a) Os principais factores de poluição e os factores de poluição característicos da qualidade ambiental da água na região pesquisada devem ser seleccionados como os principais objetos de pesquisa.
- b) O levantamento das fontes de poluição deve incluir a descarga de águas residuais e de esgotos, a poluição de fontes agrícolas não pontuais (difusas), a utilização de pesticidas e fertilizantes, bem como as principais fontes de poluição sonora e atmosférica.

**4.4 Previsão e avaliação**

**4.4.1** Os requisitos básicos para a previsão e avaliação do impacto ambiental devem incluir:

- a) A previsão e o âmbito da avaliação do impacto ambiental devem ser determinados com base nas características do projecto e nas características ambientais, bem como nos requisitos locais de protecção ambiental.
- b) A previsão e avaliação do impacto ambiental deve incluir o período de construção e o período de operação.
- c) A avaliação deve ser realizada com base nas normas ambientais e nos requisitos funcionais ambientais relevantes. Os elementos e factores ambientais que não estão cobertos por nenhuma norma ambiental devem ser avaliados pelo valor de fundo e limites ambientais.

- d) A previsão e a avaliação devem centrar-se principalmente no impacto do regime hidrológico, temperatura e qualidade da água, ecossistemas fluviais e lacustres, e propor um processo de descarga de caudal ecológico.
- e) A previsão do impacto ambiental pode ser realizada por meio de um modelo matemático, modelo físico, investigação de analogia, ecologia da paisagem, sobreposição gráfica e julgamento profissional.

4.4.2 A previsão e a avaliação devem cumprir os seguintes requisitos:

- a) Se a operação do projecto for susceptível de alterar o regime hidrológico a jusante, o impacto da construção no consumo de água da produção a jusante e no ambiente ecológico deve ser previsto. Para o projecto de geração de energia de desvio ou estação PCH com reservatório regulador, a satisfação do caudal ecológico a jusante deve ser analisada. A composição e o método de determinação do caudal ecológico estão descritos no Apêndice A.
- b) Deve ser prevista a influência da construção de reservatórios estratificados na temperatura da água e analisada a influência da descarga de água a baixa temperatura na ecologia e agricultura a jusante.
- c) Para um projecto de PCH classificado como "sensível" ao ambiente de águas subterrâneas, a avaliação do impacto ambiental das águas subterrâneas deve ser realizada.
- d) Deve ser previsto o impacto da inundação de reservatórios e da ocupação do solo em recursos terrestres, relíquias culturais e sítios históricos, cultura popular e recursos paisagísticos.
- e) Quando se trata de realocização, o impacto de tal realocização na qualidade de vida, emprego, assistência médica, educação, infra-estrutura, hábitos religiosos e étnicos, reconstrução comunitária, qualidade do ambiente de realocização e perda de água e solo deve ser avaliado.
- f) Deve ser previsto o impacto da inundação, ocupação do solo, realocização e actividades de construção nos habitats de plantas selvagens, animais selvagens raros e animais selvagens ameaçados de extinção.
- g) Quando existem peixes raros, peixes ameaçados, peixes únicos e peixes migratórios no rio onde o projecto está localizado, o impacto da construção do projecto sobre essas espécies de peixes deve ser analisado.
- h) Quando o projecto envolve reservas naturais e outras áreas ambientalmente sensíveis, o impacto sobre o âmbito de proteção dos objectos protegidos e a estrutura e função das áreas ambientalmente sensíveis e o impacto sobre o sistema ecológico do rio devem ser previstos.
- i) Quando for determinado preliminarmente que o projecto pode ter um impacto sobre a geologia ambiental através do levantamento geológico, o impacto do projecto sobre os deslizamentos de terras, o colapso da margem e outras condições geológicas ambientais devem ser previstos.

- j) O impacto das águas residuais e da erosão do solo durante a construção, assim como o impacto da construção no ar ambiente, no ambiente acústico, nos resíduos sólidos e na saúde humana, também devem ser previstos.
- k) Analisar o impacto do projecto no emprego local, desenvolvimento económico, utilização de recursos e condições de vida das pessoas.
- l) Para o projecto com riscos ambientais, devem ser analisados os elementos de origem dos riscos ambientais, calculada a consequência dos riscos ambientais e efectuada a avaliação dos riscos ambientais.

#### **4.5 Medidas de protecção**

**4.5.1** As medidas de protecção devem ser tecnicamente viáveis, economicamente razoáveis, operacionalmente fiáveis e acessíveis para os objectivos de protecção ambiental.

**4.5.2** As medidas de protecção devem cumprir os seguintes requisitos:

- a) Se a operação do projecto afectar o consumo de água a jusante, devem ser propostas medidas de melhoria e compensação e devem ser criadas as instalações de descarga ecológica.
- b) Se a estratificação da temperatura da água afectar a irrigação agrícola ou a ecologia aquática a jusante, devem ser criadas as instalações de captação estratificada ou outras medidas de restauração da temperatura da água.
- c) Se o projecto afectar uma zona sensível às águas subterrâneas, devem ser propostas medidas de protecção do ambiente das águas subterrâneas.
- d) Se a construção do projecto afectar animais/plantas selvagens raros, transplantes e habitat animal, devem ser tomadas medidas de protecção ou reabilitação.
- e) Se a construção do projecto afectar áreas sensíveis como as reservas naturais, devem ser tomadas medidas de protecção ou de prevenção.
- f) O impacto nas passagens migratórias de peixes deve ser abordado através da construção de passagens de peixes ou através da propagação e libertação artificial.
- g) As medidas de tratamento de esgotos devem ser propostas durante o período de construção.
- h) Devem ser tomadas medidas de redução do pó e do ruído durante o período de construção.
- i) As medidas de protecção da saúde dos trabalhadores devem ser tomadas durante o período de construção.



- j) Devem ser propostas medidas de prevenção de riscos para os projectos que envolvam riscos ambientais.
- k) Devem ser propostas medidas de protecção ou compensação para proteger a cultura local, relíquias culturais e locais históricos, bem como a paisagem.

#### **4.6 Gestão e monitorização**

**4.6.1** A gestão e monitorização ambiental deve ser efectuada de acordo com os períodos de construção e de operação. Devem ser propostas medidas de gestão ambiental, planos de monitorização e objectivos de aceitação da protecção ambiental.

**4.6.2** Tendo em conta as características de impacto do projecto de construção, devem ser formulados os correspondentes planos de monitorização da qualidade ambiental, das fontes de poluição, dos impactos ambientais ecológicos e sociais.

**4.6.3** Para descargas anormais e acidentais, especialmente riscos ambientais que possam advir de descargas acidentais, devem ser propostos planos de prevenção e resposta de emergência; para projectos de construção com longos períodos de construção e magnitudes amplas de impacto, devem também ser propostos requisitos específicos para a supervisão ambiental durante o período de construção.

#### **4.7 Investimento e análise de ganhos/perdas económicas**

**4.7.1** A estimativa de investimento social e de protecção ambiental deve definir uma base, despesas e padrões claros. O investimento total e os acordos anuais de investimento devem ser calculados com base nas quantidades de medidas de protecção propostas e nas normas de despesas.

**4.7.2** O valor económico do impacto social e ambiental gerado pelo projecto de construção deve ser estimado a partir dos impactos ambientais positivos e negativos do projecto, de forma qualitativa e quantitativa, e esse valor deve ser incluído na análise custo-benefício do projecto como uma das bases para julgar a viabilidade do projecto de construção.

**4.7.3** O impacto previsto após a implementação do projecto de construção deve ser comparado com o status quo social e ambiental. Os factores de impacto social e ambiental que são necessários, ou possivelmente necessários, na avaliação económica devem ser seleccionados a partir de elementos ambientais, tipos de recursos e cultura social. O impacto social e ambiental quantificado deve ser monetizado e os resultados devem ser incluídos na análise económica do projecto de construção.

### **5 Aquisição e realocação de terras**

#### **5.1 Levantamento físico da aquisição de terrenos para construção**

**5.1.1** O âmbito da aquisição de terrenos para construção inclui a área do projecto de construção e a área submersa do reservatório.

- a) A área de construção do projecto inclui as estruturas permanentes como a barragem e a central eléctrica. os terrenos para tráfego externo, a área de gestão e o âmbito da aquisição de terrenos permanentes, bem como os terrenos para o pátio de materiais, o pátio de resíduos, a área de operação, as estradas temporárias, o campo de construção, o transporte de materiais e a estação de transferência, os terrenos para outras instalações temporárias e a área afectada pela explosão da construção.
- b) A área submersa afectada pelo reservatório inclui a área submersa do reservatório e a área afectada pelo represamento do reservatório.
- 1) A área submersa do reservatório inclui a área submersa regular abaixo do nível normal de armazenamento do reservatório, e a área temporariamente submersa acima do nível normal de armazenamento do reservatório causado pelo remanso de água, vento e ondas, onda de barco, atolamento de gelo, etc.
  - 2) A área afectada pelo represamento de reservatório inclui a área de desastre geológico, como imersão, colapso das margens, deslizamento de terras, corte de água, fuga do reservatório causado pelo represamento e outras áreas afectadas pelo represamento de reservatório, tais como ilhas isoladas, etc.

**5.1.2** O padrão de cheias projectado para objetos submersos do reservatório é expresso com um período de recorrência (ano) e pode ser determinado de acordo com a Tabela 1.

**Tabela 1 Padrões de cheias projectados para diferentes objectos submersos**

Objecto submerso	Período de recorrência (ano)
Terra cultivada, terra de jardim	2~5
Mata, pastagem, terra não utilizada	Nível normal de água
Áreas residenciais rurais e cidades, cidades em geral e áreas industriais e mineiras em geral	10~20
Cidade média, zona industrial média e mineira	20~50

**5.1.3** Os objectos físicos de aquisição e migração de terras referem-se à população, terrenos, edifícios (estruturas), recursos minerais, relíquias culturais e locais históricos, engenharia municipal, instalações e infra-estruturas públicas no âmbito da aquisição de terras.

## **5.2 Planeamento de realocização**

**5.2.1** O planeamento da realocização inclui tarefas e métodos de realocização, selecção e concepção dos locais de realocização, infraestruturas e instalações de apoio dos serviços públicos municipais e protecção da área do reservatório.

**5.2.2** De acordo com os regulamentos, deve ser seleccionada uma abordagem adequada às condições naturais locais, às condições sociais e económicas e à vontade dos migrantes para determinar os objectivos de realocização.

**5.2.3** As tarefas realocizada de migrantes devem ser determinadas pela população a ser realocizada, incluindo a população de realocização de produção e a população de realocização de realojamento, e cumprir os seguintes requisitos:

- a) A população realocizada da produção deve referir-se à população que precisa de reorganizar os modos de produção devido à perda de terras e outros meios de produção causados pela construção do projecto.
- b) A população realocizada deve referir-se à população que deve sair e ser realojada devido à construção do projecto.
- c) A população realocizada no ano-base deve ser determinada por investigações in loco combinadas com regulamentos locais relevantes.

**5.2.4** A taxa de crescimento natural da população desde o ano base do levantamento até ao ano de concepção será considerada na realocização de migrantes, que pode ser determinada de acordo com a Fórmula (1).

$$B = B_0 (1 + R)^{(n_1 - n_2)} \dots\dots\dots (1)$$

onde

$B$  é a população no ano do nível de concepção, em pessoas;

$B_0$  é a população no ano-base do levantamento, em pessoas;

$n_1$  é o ano do nível de concepção, em anos;

$n_2$  é o ano-base do levantamento, em anos.

**5.2.5** A meta de realocização refere-se ao nível geral que pode ser alcançado no ano do nível de concepção após a realocização, incluindo objectivos de desenvolvimento económico e objectivos de desenvolvimento social. A meta de realocização deve ser determinada de acordo com o princípio de que a produção e o padrão de vida quando a realocização atingir ou exceder o nível original antes da realocização, e o conteúdo específico deve incluir:

- a) Os objectivos de desenvolvimento económico incluem rendimentos líquidos per capita, disponibilidade de alimentos per capita, etc.

- b) Os objectivos de desenvolvimento social incluem objectivos de desenvolvimento de serviços públicos e infraestruturas nas áreas de realocização.

### **5.3 Investimento de compensação**

**5.3.1** O cálculo do investimento de compensação deve basear-se nas leis e regulamentos relevantes do governo nacional e local, e nos resultados dos levantamentos físicos de aquisição de terras e planeamento de realocização para construção, incluindo principalmente subsídios de compensação, taxas de construção de projectos e outras despesas.

**5.3.2** Os subsídios de compensação incluem principalmente a compensação de terrenos e as taxas de realocização, as taxas de compensação de aquisição temporária de terrenos, a compensação de habitação e edifícios anexos, a compensação pela decoração da casa, a compensação de plantas, a compensação florestal, as taxas de compensação de instalações agrícolas e secundárias, as taxas de compensação de empresas industriais, os subsídios de realojamento, os subsídios de habitação de migrantes pobres, os subsídios de cultura e educação e saúde, e o subsídio transitório de realojamento.

**5.3.3** A taxa de construção do projecto inclui custos de projectos de infraestruturas e projectos profissionais, projectos de protecção e limpeza do fundo do reservatório na área de realocização.

**5.3.4** Outras despesas incluem taxas de pré-trabalho, taxas de pesquisa e concepção abrangente, taxas de serviços de consultoria, taxas de formação técnica, impostos, etc.

## **6 Conservação do solo e da água**

### **6.1 Objectivos e requisitos do controlo da erosão do solo**

**6.1.1** O âmbito dos terrenos perturbados causados pela construção do projecto inclui a aquisição permanente e temporária de terrenos e outros terrenos geridos e utilizados.

**6.1.2** Os objectivos do controlo da erosão do solo incluem:

- a) A perturbação artificial do relevo original deve ser minimizada.
- b) A erosão do solo causada pela construção do projecto deve ser efetivamente controlada.
- c) A escória abandonada deve ser armazenada no pátio de escória e devem ser tomadas medidas de protecção.
- d) Após a construção, excepto para estruturas permanentes e superfície de água, outros terrenos devem ser restaurados para vegetação ou funções originais de uso do solo.
- e) A vegetação ribeirinha deve ser restaurada em todas as áreas sempre que possível.

## 6.2 Sistema de medidas para controlo da erosão do solo

As medidas de prevenção e controlo da erosão do solo incluem principalmente projectos de retenção de escória, projectos de protecção de taludes, projectos de melhoria do solo, projectos de controlo e drenagem de cheias, projectos de armazenamento de precipitação e infiltração, projectos de prevenção de vento e controlo de areia, projectos de restauração e construção de vegetação e projectos temporários. As medidas de prevenção e controlo correspondentes serão tomadas de acordo com a situação real do projecto.

## 6.3 Investimento na conservação do solo e da água

Os custos na conservação do solo e da água incluem taxa de medidas de engenharia, taxa de medidas de plantas, taxa de medidas temporárias, taxa de medidas diversas e outras despesas estipuladas pelo Estado.

## 7 Avaliação do impacto social

7.1 A avaliação do impacto social deve ser realizada através da participação do público. Os objectivos da participação pública devem incluir residentes e grupos afectados (partes interessadas), autoridades competentes, peritos e organizações sociais, e devem cumprir os seguintes requisitos:

- a) Devem ser determinados os métodos e procedimentos para ouvir os seus comentários.
- b) Os comentários de participação pública devem ser analisados, as principais conclusões devem ser tiradas e deixar claro se as opiniões são ou não adoptadas, e os motivos devem ser esclarecidos.
- c) Em projectos localizados em zonas rurais ou longe dos centros urbanos, a população é propensa a esperar algum bónus económico ou em espécie, um factor que pode gerar falsas expectativas por parte da comunidade e gerar conflitos entre as partes. É necessário estabelecer canais de comunicação que permitam dialogar e informar de forma atempada e correcta ao longo das diferentes fases do projecto, construção e funcionamento.

7.2 A investigação do status quo sócio-ambiental deve incluir a população, terra, emprego, renda, instalações públicas, equipamentos de saúde pública, religião e nacionalidade, estrutura da comunidade, relíquias culturais e locais históricos, e recursos paisagísticos na área afectada.

7.3 Com base na investigação do status quo sócio-ambiental, os objetivos de protecção sócio-ambiental serão propostos de acordo com o padrão de vida local, os costumes religiosos e étnicos e a protecção dos direitos dos residentes afectados pelo projecto proposto.

## 8 Conclusão da avaliação e sugestões

A conclusão da avaliação e as sugestões devem cumprir os seguintes requisitos:

- a) Fazer um resumo de todo o trabalho de avaliação.
- b) A relação entre a produção e as actividades directas neste projecto de construção e a comunidade e ambiente locais durante as diferentes fases de implementação deve ser resumida de forma concisa, precisa e objectiva.

- c) O impacto social e ambiental do projecto de construção, em circunstâncias normais e específicas, deve ser clarificado e devem ser propostas medidas de protecção.
- d) Devem ser consideradas as conclusões da participação do público.
- e) Deve chegar-se à conclusão de que o projecto de construção é viável do ponto de vista da protecção social e ambiental.

**Apêndice A**  
**(Normativo)**

**Método de cálculo do caudal ecológico da estação PCH**

**A. 1 Os requisitos de água necessária para manter a estabilidade do ecossistema aquático**

Os requisitos de água necessária para manter a estabilidade de um ecossistema aquático pode ser calculada pelo método hidrológico, o método hidráulico, o método combinado, o método integral e o método hidráulico ecológico.

**A.1.1 Método hidrológico**

O método hidrológico baseia-se no caudal histórico e determina os requisitos ecológicos de água do rio com base em indicadores hidrográficos simples. Os métodos representativos mais comumente utilizados incluem o método Tennant e o método da média mensal mínima de escoamento.

**A.1.1.1 Método Tennant**

- a) Método de cálculo: com base nos dados hidrológicos, as condições de escoamento de um rio são expressas pela percentagem média anual de escoamento.
- b) Objectivos de protecção: peixes, aves aquáticas, mamíferos, répteis, anfíbios, moluscos, invertebrados aquáticos e todas as formas de vida relevantes que competem pela água com seres humanos.
- c) Padrão de cálculo:

**Tabela A.1 Caudais de rios com peixes protegidos, animais selvagens, fins recreativos e recursos naturais**

Descrição das condições do caudal	Caudal de base recomendado (período de caudal baixo) (% de caudal médio)	Caudal de base recomendado (período de caudal elevado) (% de caudal médio)
Cheia ou máximo		
Melhor âmbito	60~100	60~100
Muito bom	40	60
Bom	30	50
Moderado	20	40
Geral ou pobre	10	30
Mau ou mínimo	10	10
Extremamente mau	0~10	0~10

- d) Requisitos básicos:
- 1) De acordo com diferentes áreas, diferentes requisitos de água e diferentes objectos de protecção, uma série de dados hidrológicos deve ser cuidadosamente analisada; dados sobre secções relevantes do rio devem ser analisados; e os padrões das taxas de caudal devem ser ajustados para que o caudal ajustado esteja de acordo com a situação do rio local.
  - 2) Os organismos aquáticos têm diferentes requisitos de caudal em diferentes estações do ano. A curva de duração do caudal de descarga durante o ano deve ser preparada com base em diferentes requisitos de caudal em diferentes meses e diferentes estações do sistema ecológico, pelo que a curva deve satisfazer os requisitos de habitat dos organismos aquáticos relevantes.
- e) Âmbito de aplicação: o método hidrológico pode ser utilizado para a gestão objectiva inicial e gestão estratégica do rio.

**A. 1.1.2 Método da média mensal mínima de escoamento**

- a) Método de cálculo: o valor médio plurianual da média mensal mínima medida do escoamento superficial é tomado como o requisito ambiental básico da água de um rio:

$$W_b = \frac{T}{n} \sum_{i=1}^n \min(Q_{ij}) \times 10^{-8} \dots\dots\dots (A.1)$$

onde

$W_b$  é o requisito básico da água do ambiente ecológico do rio, em  $10^8 \text{ m}^3$ ;

$Q_{ij}$  é o caudal médio mensal do Mês  $j$  no Ano  $i$ , em  $\text{m}^3/\text{s}$ ;

$n$  são os anos estatísticos;

$T$  é o coeficiente de conversão, para o qual o valor é  $31\,536 \times 10^6 \text{ s}$ .

- b) Condições pressupostas: Com este caudal, os requisitos da água a jusante podem ser satisfeitos, e o caudal do rio pode não ser interrompido.
- c) Âmbito de aplicação: é aplicável a áreas áridas e semi-áridas e rios com objectivos ambientais ecológicos complexos. O resultado do cálculo pode ser relativamente grande para uma região com um objectivo ambiental ecológico relativamente único.



## A.1.2 Método Hidráulico

O método hidráulico é um modelo concebido pelo padrão do tipo de protecção do habitat, incluindo principalmente o método do perímetro húmido e o método R2-CROSS baseado em parâmetros hidráulicos.

### A.1.2.1 Método do perímetro húmido

- a) Método de cálculo: o perímetro húmido (Ver Figura A.1) é adoptado como um indicador de qualidade do habitat, e é usado para traçar uma curva de escoamento do perímetro húmido para a área crítica do habitat (geralmente cardume); determina o escoamento recomendado do rio no ponto de viragem da curva (Ver Figura A.2).

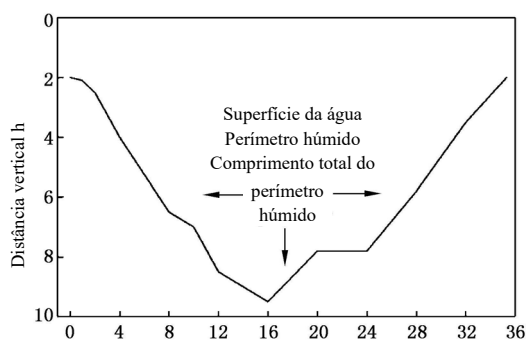
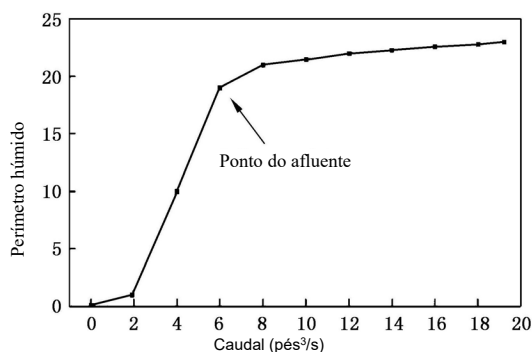


Figura A.1—Definição do Perímetro Húmido



#### NOTA

1ft<sup>3</sup> (pés cúbicos) = 0,028 316 8 m<sup>3</sup>

Figura A.2 - Relação entre o Perímetro Húmido e a Taxa de Caudal

- b) Restrições: O método do perímetro húmido é muito influenciado pela forma do rio. Por exemplo, a curva de um rio triangular não apresenta mudanças significativas de crescimento; enquanto que rios onde a forma do leito do rio varia tanto na distância quanto no tempo não podem ser representados com uma curva estável de taxa de escoamento de perímetro húmido e, portanto, a relação fixa não pode ser estabelecida.
- c) Âmbito de aplicação: é aplicável a rios rectangulares e parabólicos de grande Caudal, com um leito do rio de forma estável.

### A.1.2.2 Método R2-cross

- a) Método de cálculo: a largura do rio, a profundidade média da água, o Caudal médio e o perímetro húmido são usados para avaliar o nível de protecção do habitat do rio e assim determinar o Caudal alvo do rio. Neste método, a taxa do perímetro húmido é a percentagem de um perímetro húmido de uma secção transversal a uma taxa de caudal para todo o perímetro húmido a uma taxa de caudal média plurianual.
- b) Padrão de cálculo

**Tabela A.2 Padrão para determinar o caudal mínimo com o método R2-cross**

Largura da parte superior do rio (m)	Profundidade média da água (m)	Perímetro húmido taxa/ %	Velocidade média (m/s)
0,3 ~ 6,3	0,06	50	0,3
6,3 ~ 12,3	0,06 ~ 0,12	50	0,3
12,3 ~ 18,3	0,12 ~ 0,18	50~ 60	0,3
18,3 ~ 30,5	0,18 ~ 0,3	≥ 70	0,3

- c) Restrições
- 1) O caudal de um rio sazonal não pode ser determinado.
  - 2) Menor precisão: com base nos dados medidos de uma secção transversal do rio, os parâmetros relevantes são determinados para representar todo o rio, que é propenso a erros, e os resultados dos cálculos são significativamente afectados pela secção transversal seleccionada.
  - 3) Padrão único: os parâmetros hidráulicos, tanto dos rios triangulares como dos rios rasos, baseiam-se no mesmo padrão.
  - 4) Âmbito de padrão pequeno: o âmbito do padrão é para rios com 18 m a 30 m de largura.
- d) Âmbito de aplicação: é aplicável a pequenos rios perenes. Também fornece a base hidráulica para outros métodos.

### A.1.3 Método combinado (método de análise hidrológico-biológica)

- a) Método de cálculo: o método estatístico de regressão multi-variada deve ser usado para estabelecer uma relação entre os dados biométricos iniciais (biomassa ou diversidade de espécies) e as condições ambientais (caudal, velocidade do caudal, profundidade da água, conteúdo químico e temperatura) para julgar a demanda dos organismos pelo caudal do rio e o impacto das mudanças de caudal sobre a população biótica.

- b) Objectos de estudo: peixes, invertebrados (insectos, crustáceos e moluscos) e grandes plantas (plantas avançadas).
- c) Âmbito da aplicação: é aplicável aos rios que são menos afectados pelos seres humanos.

#### A.1.4 Método Hidráulico Ecológico

##### A. 1.4.1 Método de cálculo:

- a) Este é um método de simulação de habitat que determina o caudal adequado num habitat hidráulico adaptado por organismos aquáticos. Pressupõe-se que a profundidade da água, a velocidade do caudal, o perímetro húmido, a largura da superfície da água, a área da secção transversal, a superfície da água e a temperatura da água são os principais parâmetros hidráulicos do habitat que afectam a quantidade e a distribuição das espécies por alteração do caudal, e as torrentes, caudais lentos, cardumes e piscinas profundas são os principais parâmetros hidráulicos para tal impacto.
- b) O modelo está dividido em três partes (ver Figura A.3). A primeira parte é uma descrição do habitat aquático do rio. Este módulo analisa os requisitos mais básicos de sobrevivência dos organismos aquáticos sobre os parâmetros de profundidade da água, velocidade e outros habitats hidráulicos; o impacto da variação da temperatura da água nos organismos aquáticos; e os requisitos básicos de sobrevivência dos organismos aquáticos sobre as torrentes e outras formas hidráulicas. A segunda parte é uma simulação hidráulica do rio. Usa modelos hidráulicos 1D, 2D ou 3D para simular a hidráulica da secção do rio estudado e calcula as mudanças nos parâmetros de habitat hidráulico da secção com diferentes taxas de caudal. O primeiro e segundo módulos são depois analisados para desenvolver um sistema hidráulico indicador de habitat. O terceiro módulo está a tomar decisões sobre o caudal ecológico aquático do rio. Os profissionais envolvidos com recursos hidrográficos, hidráulica, avaliação ambiental e ecologia aquática determinam o caudal ecológico do rio com base no sistema de indicadores de habitat hidráulico, combinado com o processo de água vindoura, status de desenvolvimento socioeconómico local e políticas.

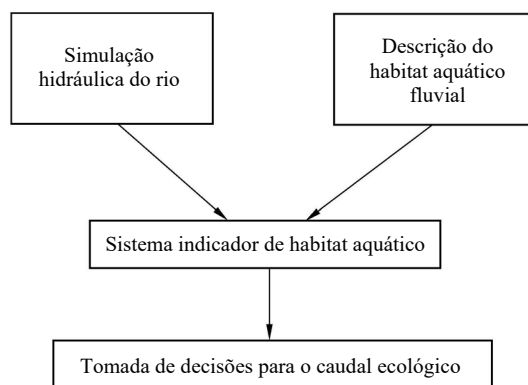


Figura A.3-Diagrama esquemático para o método hidráulico ecológico

**A.1.4.2 Sistema indicador para período de caudal baixo:**

- a) Parâmetros de habitat hidráulico de caudal total: Calcular os parâmetros hidráulicos para diferentes secções do rio com comprimentos variáveis e determinar a percentagem do comprimento de cada secção do rio em relação ao comprimento de toda a secção do rio. Isto elimina avaliações erradas baseadas apenas nos parâmetros de uma pequena secção do rio que forma uma percentagem muito pequena de todo o seu comprimento.
- b) Área de superfície da água: Calcular a área de superfície da água com diferentes caudais e a percentagem da superfície com caudal médio plurianual no período de caudal baixo.
- c) Forma hidráulica: Calcular o número de secções com caudal lento, caudal torrencial, caudal relativamente torrencial e caudal relativamente lento, com diferentes caudais, e determinar o seu comprimento total e respectiva percentagem do comprimento total da secção. Calcular o número de cardumes e águas profundas com diferentes taxas de caudal.
- d) Temperatura da água: Estabelecer uma curva mensal completa de mudança de temperatura da água; listar as temperaturas mensais da água com diferentes taxas de caudal nas secções transversais onde as temperaturas da água são extremas.
- e) Alterações anuais dos parâmetros do habitat hidráulico, tais como a profundidade da água em secção típica: Comparar as variações anuais dos parâmetros do habitat hidráulico nas secções transversais onde grandes afluentes se juntam ao rio principal.

**A. 1.4.3 Normas para os indicadores:**

**Tabela A.3 Padrões para a determinação dos parâmetros de habitat hidráulico de grandes rios com caudal mínimo com o método da hidráulica ecológica**

Indicador de parâmetros do habitat	Padrão mínimo	Percentagem do comprimento acumulado da secção do rio, percentual
Profundidade máxima da água	2-3 vezes o comprimento do corpo do peixe	95
Profundidade média da água	≥ 0,3 m	95
Velocidade média	≥ 0,3 m/s	95
Largura da superfície da água	≥ 30 m	95
Taxa de perímetro húmido	≥ 50%	95
Área de secção transversal do caudal	≥ 30 m <sup>2</sup>	95
Área de superfície da água	≥ 70%	
Temperatura da água	Adequado para sobrevivência e reprodução de peixes	
Indicador da forma do habitat	Definição do conceito	

**Tabela A.3 (continuação)**

Indicador de parâmetros do habitat	Padrão mínimo	Percentagem do comprimento acumulado da secção do rio, percentual
Caudal torrencial	Caudal médio $\geq 1$ m/s	Sem grandes alterações do número de secções, o comprimento do rio acumulado com caudal torrencial e caudal relativamente torrencial é reduzido <20
Caudal relativamente torrencial	Caudal médio 0,5 m/s~1 m/s	
Caudal relativamente lento	Caudal médio 0,3 m/s~0,5 m/s	
Caudal lento	Taxa média de caudal $\leq 0,3$ m/s	
Águas profundas	Profundidade máxima da água $\geq 10$ m	Sem grandes mudanças de número
Águas pouco profundas	Talude da margem do rio $\leq 10^\circ$ , profundidade da água dentro de um limite de 5 m $\leq 0,5$ m	

**A.1.4.4** Âmbito de aplicação: é aplicável ao cálculo de caudais ecológicos de rios grandes e médios. Para rios médios, a norma acima mencionada pode ser ajustada para baixo de forma apropriada.

## A.2 Volume mínimo de água diluída e purificada necessário para manter a qualidade ambiental da água do rio

### A.2.1 Método 7Q10

O volume médio de água que tem 90 por cento de probabilidade de ter o caudal mais baixo durante sete dias consecutivos é usado como o caudal mínimo do rio de projecto.

### A.2.2 Modelo de qualidade da água estável

Considerando cada saída de esgoto do rio como linha de fronteira, o rio é dividido em várias secções. Para secções gerais de rios no interior, a fórmula da quantidade permitida de descarga de poluentes é:

$$W_i = C_s(Q_0 + q_i) - C_0 Q_0 \exp\left(-\frac{Kx_i}{u}\right) \dots\dots\dots (A.2)$$

Para secções de rios influenciados pelas marés e secções em rede, a fórmula da quantidade permitida de descarga de poluentes é:

$$W_i = C_s(Q_0 + q_i) - C_0 Q_0 \left[ \exp\left(-\frac{u}{2E_x}(1 - \sqrt{1 + 4KE_x t u^2}) x_i \right) \right] \dots\dots\dots (A.3)$$

Quanto a toda a secção do rio, a quantidade total permitida de poluentes,  $W$ , é a soma da quantidade permitida de poluentes para cada secção do rio,  $W_i$

Onde

$W_i$  é a quantidade permissível de descarga de poluentes para uma secção  $i$  do rio, em g/s;

$C_s$  é o padrão de qualidade ambiental da água para a concentração de poluentes de uma secção transversal, em mg/L;

$Q_0$  é o caudal de entrada a montante, em m<sup>3</sup>/s;

$q_i$  é o caudal de esgotos da secção  $i$  do rio, em m<sup>3</sup>/s;

$C_0$  é a concentração de poluentes na água que vem de montante, em mg/L;

$K$  é o coeficiente de atenuação do Poluente, em d<sup>-1</sup>;

$x_i$  é o comprimento combinado da secção  $i$  do rio, em m;

$u$  é o caudal médio do corpo de água, em m/s;

$E_x$  é o coeficiente de dispersão longitudinal, em cm<sup>2</sup>/s.

### A.2.3 Método de funcionamento ambiental

Este método é usado para calcular os requisitos de água para satisfazer a diluição da água do rio, auto-purificação e outras funções ambientais, com base nas normas de protecção da qualidade da água e a concentração de poluentes descarregados.

Dividir o rio (secção do rio) em pequenas secções  $i$ , e assumir cada pequena secção como uma área de captação fechada. Com base no método de balanço volume de água e no modelo de qualidade da água, calcular os requisitos de água do rio de cada secção,  $Q_{vi}$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ), e adicioná-los para obter os requisitos de água ambiental para todo o rio (secção do rio).  $Q_{vi}$  deve satisfazer as seguintes equações:

$$\begin{aligned} Q_{vi} &\geq \lambda \times Q_{wi} \\ Q_{vi} &\geq Q_{ni}(p) \end{aligned} \dots\dots\dots (A.4)$$

onde

$\lambda$  é o coeficiente de diluição do rio;

$Q_{wi}$  é a quantidade total razoável de descarga de esgotos de pequenas secções de  $i$ , referindo-se ao volume de esgotos que cumpre as normas de descarga;

$Q_{ni}(p)$  é o caudal de pequenas secções de  $i$  com taxas garantidas (taxa mensal garantida, por exemplo  $p_0 = 90\%$ , ou  $p_0 = 80\%$ ) concebido para diferentes anos hidrológicos (como média plurianual, ano de caudal baixo, e ano de caudal normal).

### A.3 Requisitos de água de transporte de sedimentos para o rio

$$W_i = S_i / \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \max(C_{ij}) \dots\dots\dots (A.5)$$

onde

$W_i$  é o requisito de água de transporte de sedimentos, em m<sup>3</sup>;

$S_i$  é o volume médio de sedimentos de vários anos, em m<sup>3</sup>;

$c_{ij}$  é a média mensal do conteúdo sedimentar do Mês  $j$  no Ano  $i$ , em m<sup>3</sup>;

$N$  são os anos estatísticos.

### A.4 Requisitos de água por evaporação do rio

$$V = H_0 (A - P) \dots\dots\dots (A.6)$$

Onde

$V$  é a perda líquida de evaporação da água durante o período de observação, em m<sup>3</sup>;

$H_0$  é a profundidade de evaporação da superfície da água durante o período de observação, em m;

$A$  é a área média de represamento de água durante o período de observação, em m<sup>2</sup>;

$P$  a precipitação é durante o período de observação, em m.

