



Criação de parcerias globais  
para o estabelecimento de normas:  
promover o acesso a energias renováveis  
com pequenas centrais hidroeléctricas

# Directrizes Técnicas para Pequenas Centrais Hidroeléctricas Brochura



## DECLARAÇÃO DE EXONERAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

O presente documento foi produzido sem edição formal das Nações Unidas. As designações e a apresentação do material do presente documento não reflectem qualquer opinião do Secretariado da Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO) sobre o estatuto jurídico de qualquer país, território, cidade ou zona das suas autoridades, ou sobre as respectivas fronteiras ou limites, sistema económico ou grau de desenvolvimento. Designações como "desenvolvido", "industrializado" e "em desenvolvimento" são utilizadas para fins estatísticos e não reflectem necessariamente uma opinião sobre o estágio alcançado por um determinado país ou zona 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. O presente documento pode ser citado ou reimpresso livremente, mediante indicação da fonte.

© 2019 UNIDO / INSHP – Todos os direitos reservados

*Traduzido com o apoio do Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF) no âmbito do projecto de ONUDI "Programa estratégico para promover investimentos em energia renovável e eficiência energética no sector eléctrico" e o Fundo Verde para o Clima (GCF) no âmbito do projecto de ONUDI "Capacitação institucional para programas de investimento em energias renováveis e eficiência energética para São Tomé e Príncipe".*



Criação de parcerias globais  
para o estabelecimento de normas:  
promover o acesso a energias renováveis  
com pequenas centrais hidroeléctricas

# **Directrizes Técnicas para Pequenas Centrais Hidroeléctricas Brochura**



# Índice

1. Prefácio	4
2. UNIDO e INSHP - Resumo	5
3. PCH/DT - O que são?	6
4. PCH/DT - Porque são importantes?	7
5. PCH/DT - O que farão?	8
6. PCH/DT - Conteúdo	9
<b>6.1 Termos e definições</b>	<b>9</b>
<b>6.2 Concepção</b>	<b>10</b>
Parte 1: Planeamento da selecção do local	10
Parte 2: Hidrologia	11
Parte 3: Geologia da engenharia	11
Parte 4: Engenharia hidráulica e cálculo energético	12
Parte 5: Esquema da engenharia e estrutura hidráulica	13
Parte 6-1: Máquinas hidráulicas e gerador da turbina	14
Parte 6-2: Sistema eléctrico	14
Parte 6-3: Trabalhos hidromecânicos	15
Parte 7: Planeamento da construção	16
Parte 8: Avaliação do impacto social e ambiental	16
Parte 9: Estimativas de custo do projecto	17
Parte 10: Pré-avaliação económica	17
Parte 11: Elaboração do relatório	17

<b>6.3 Unidades</b>	<b>18</b>	
Parte 1: Turbinas hidráulicas		18
Parte 2: Gerador da turbina hidráulica		19
Parte 3: Sistema de regulação da turbina hidráulica		20
Parte 4: Sistema de excitação		20
Parte 5: Válvulas principais		21
Parte 6: Supervisão, controlo, protecção e sistema de alimentação de corrente contínua		21
<b>6.4 Construção</b>	<b>22</b>	
Parte 1: Obras civis e estruturas hidromecânicas		22
Parte 2: Instalação do equipamento electromecânico		23
<b>6.5 Gestão</b>	<b>24</b>	
Parte 1: Gestão da construção do projecto		24
Parte 2: Operação e manutenção		25
Parte 3: Renovação técnica		25
Parte 4: Aceitação de projectos		26
7. Fases do desenvolvimento de uma PCH sustentável		27
8. O caminho a seguir		27

# 1. Prefácio



Apesar de ser um dos pilares para a concretização dos Objectivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), só um pequeno grupo de países em todo o mundo tem acesso a energias renováveis limpas. As energias renováveis disponíveis devem tornar-se uma ferramenta de catalisação do desenvolvimento e de satisfação das necessidades humanas básicas. Além disso, o mandato da UNIDO para o Desenvolvimento Industrial Global Inclusivo e Sustentável (ISID) depende de energias renováveis.

Neste contexto, as pequenas centrais hidroeléctricas (PCH) tornaram-se uma importante solução de energia renovável para enfrentar o desafio da electrificação verde. No entanto, a concepção e implementação das PCH continua pouco desenvolvida, particularmente nos países em desenvolvimento - normalmente limitados pela ausência de directrizes técnicas.

Em resposta às crescentes solicitações por parte dos nossos Estados membros para emitirmos directrizes sobre o desenvolvimento sustentável de PCH, a UNIDO estabeleceu uma parceria com o Ministério do Comércio (MOFCOM) do Governo da China, com o Ministério dos Recursos Hídricos da República Popular da China (MWR), com a Administração de Normalização da República Popular da China (SAC) e com a Rede Internacional de Pequenas Centrais Hidroeléctricas (INSHP) para produzir este conjunto de ferramentas. O nosso objectivo é ajudar os Estados membros e as partes interessadas a colmatar a escassez de directrizes técnicas, fornecendo ferramentas que apoiem o desenvolvimento dos seus próprios sistemas de energia hidroeléctrica.

As Directrizes Técnicas (DT) para o desenvolvimento de pequenas centrais hidroeléctricas foram criadas para serem utilizadas como linha de base para apoiar a política, a tecnologia e os ecossistemas actuais de um país. Os países com capacidades institucionais e técnicas limitadas beneficiarão do desenvolvimento de PCH atraindo investimentos, encorajando políticas favoráveis e apoiando o desenvolvimento económico a nível nacional.

A UNIDO acredita que esta valiosa ferramenta facilitará o acesso dos nossos Estados membros e dos nossos parceiros à tecnologia. Consequentemente, encorajamos a sua utilização para fins de formação e desenvolvimento de conhecimentos.

Agradecemos aos nossos parceiros pela sua colaboração na criação de um futuro com energia hidroeléctrica sustentável.

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized Chinese characters, positioned above the name and title of the signatory.

**LI Yong**  
Director-Geral, UNIDO

## 2. Resumo

### **A Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO)**

A UNIDO é uma agência especializada no âmbito do sistema das Nações Unidas que pretende promover o desenvolvimento industrial global inclusivo e sustentável (ISID). A relevância do ISID como abordagem integrada dos três pilares do desenvolvimento sustentável (social, ambiental e económico) é reconhecida pela Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável e pelos Objectivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) correspondentes, que enquadram os esforços de desenvolvimento sustentável das Nações Unidas e dos países 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 internacionais 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.

### **Rede Internacional de Pequenas Centrais Hidroeléctricas (INSHP)**

A INSHP é uma organização internacional de coordenação e promoção para o desenvolvimento global de pequenas centrais hidroeléctricas (PCH), baseada na participação voluntária de pontos focais regionais, sub-regionais e nacionais, instituições relevantes, serviços públicos e empresas, e cujo principal objectivo são os benefícios sociais. A INSHP visa a promoção do desenvolvimento global de PCH através da cooperação técnica e económica triangular entre países em desenvolvimento, países desenvolvidos e organizações internacionais, a fim de fornecer às áreas rurais dos países em desenvolvimento uma solução energética ambientalmente saudável, acessível e adequada. Isto permite às comunidades rurais aumentar as oportunidades de trabalho, melhorar as condições ambientais, reduzir as emissões de gases com efeito estufa associadas à produção de electricidade, reduzir a pobreza, melhorar os padrões de vida e cultura locais e garantir o desenvolvimento económico.

### 3. PCH/DT - O que são?

Através da colaboração global de peritos com base em experiências bem-sucedidas, a UNIDO, em conjunto com a INSHP, decidiu desenvolver Directrizes Técnicas para Pequenas Centrais Hidroeléctricas (PCH/DT) para responder às solicitações dos Estados membros. As directrizes técnicas abordam as actuais limitações das regulamentações aplicados às directrizes técnicas para pequenas centrais hidroeléctricas (PCH) com base na experiência e nas melhores práticas desenvolvidas em todo o mundo. As directrizes técnicas têm como objectivo fornecer aos países orientações para a melhoria das políticas, tecnologias e condições ambientais relacionadas com PCH. Os países com capacidades institucionais e técnicas limitadas poderão melhorar os seus conhecimentos no que respeita ao desenvolvimento de PCH, atraindo assim mais investimentos, encorajando, simultaneamente, políticas favoráveis e contribuindo para a aceleração do desenvolvimento económico a nível nacional. As directrizes técnicas são um activo valioso para todos os países, especialmente por permitirem a partilha de conhecimentos técnicos e de boas práticas entre países com capacidades técnicas limitadas.

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



## 4. PCH/DT - Porque são importantes?

Uma PCH é cada vez mais reconhecida como uma importante solução de energia renovável 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 PCH em muitos países em desenvolvimento permanece desconhecido e o desenvolvimento de PCH é prejudicado pela falta de boas práticas ou normas acordadas a nível mundial para o desenvolvimento de PCH.

O desenvolvimento de PCH é uma prática sistemática de engenharia e requer apoio técnico de várias disciplinas nas etapas de planeamento da selecção do local, estudo de pré-viabilidade, estudo de viabilidade, construção, instalação, operação e gestão.

Instalações de controlo  
automáticas



## 5. PCH/DT - O que farão?

As directrizes técnicas podem ser usadas como princípio e base do planeamento, da concepção, da construção e da gestão de PCH até 30 MW. As directrizes técnicas estão divididas nos cinco tópicos fundamentais seguintes, que abordam a natureza multifacetada do desenvolvimento de PCH:



- ▶ **Os Termos e Definições** especificam os termos e definições técnicos profissionais normalmente utilizados para PCH.



- ▶ **As Directrizes de Concepção** fornecem orientações para os requisitos básicos, metodologia e procedimentos 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 último de obter as melhores soluções de concepção.



- ▶ **As Directrizes das Unidades** especificam os requisitos técnicos para turbinas, geradores, sistemas de regulação da turbina hidráulica, sistemas de excitação e válvulas principais das PCH, bem como para sistemas de supervisão, controlo, protecção e 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 PCH.

# 6. PCH/DT - Conteúdo

## 6.1 TERMOS E DEFINIÇÕES

O presente documento define os termos e definições técnicos profissionais normalmente utilizados para PCH.



### TEMAS ABORDADOS

Hidrologia	Máquinas hidráulicas
Geologia da engenharia	Estrutura hidromecânica
Engenharia e energia hidráulica	Sistema eléctrico
Estrutura hidráulica	Avaliação do impacto social e ambiental
Construção de engenharia	Avaliação económica e investimento do projecto



## 6.2 CONCEPÇÃO

As Directrizes de Concepção fornecem estratégias para requisitos básicos, metodologia e procedimentos em termos de selecção do local, hidrologia, geologia, esquema de projecto, 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 último de obter as melhores soluções de concepção.

### PARTE 1 DA CONCEPÇÃO: PLANEAMENTO DA SELECÇÃO DO LOCAL

Esta parte das Directrizes de Concepção especifica os princípios gerais do planeamento da selecção do local para projectos de PCH e as metodologias, os procedimentos e os requisitos de resultados da selecção do local de PCH.

TEMAS ABORDADOS	
Princípios de planeamento	Elaboração do plano de construção do local
Âmbito do planeamento	Avaliação preliminar dos impactos sociais e ambientais
Métodos e etapas de planeamento	Avaliação da demanda energética
Recolha e análise de dados básicos	Estimativa de custos e avaliação de benefícios
Cálculo do potencial de energia hidroeléctrica da bacia ou sub-bacia hidrográfica	Avaliação do planeamento do local e seqüências de desenvolvimento
Investigações e levantamentos no local	Elaboração do relatório de planeamento da selecção do local

## PARTE 2 DA CONCEPÇÃO: HIDROLOGIA

Esta parte das Directrizes de Concepção inclui os dados hidrológicos básicos, bem como os métodos de cálculo para a análise racional necessária dos parâmetros hidrológicos principais, como a precipitação, o escoamento, as cheias e a sedimentação, aplicáveis durante o planeamento, a concepção, a construção e a operação de uma PCH.

### TEMAS ABORDADOS

Dados básicos	Cheia de projecto
Escoamento de projecto	Curva de aferição de jusante
Curva de duração do caudal	Sedimentação, evaporação, congelação e outros
Análise da baixa-mar	Verificação da racionalidade dos resultados

## PARTE 3 DA CONCEPÇÃO: GEOLOGIA DA ENGENHARIA

Esta parte das Directrizes de Concepção esclarece as disposições básicas sobre a investigação geológica da engenharia de uma PCH, especifica os requisitos técnicos para investigação em termos de aspectos da geologia areal e da geologia de engenharia de reservatórios e define os requisitos específicos para a investigação de tecnologias e métodos aplicáveis em várias etapas relativamente a aspectos da geologia de engenharia da área da barragem, da direcção de passagem da água, da área da central eléctrica e dos materiais de construção naturais.

### TEMAS ABORDADOS

Disposições básicas	Investigação geológica da engenharia da rota de passagem da água
Geologia areal	Investigação geológica da engenharia da área da central eléctrica
Investigação geológica da engenharia da área do reservatório	Investigação geológica de materiais de construção naturais
Investigação geológica da engenharia da área da barragem	



## PARTE 4 DA CONCEPÇÃO: ENGENHARIA HIDRÁULICA E CÁLCULO ENERGÉTICO

Esta parte das Directrizes de Concepção especifica os métodos e etapas da engenharia hidráulica e os cálculos energéticos para o desenvolvimento da PCH e inclui os aspectos que podem estar integrados no projecto da central hidroeléctrica, como a avaliação de carga e o equilíbrio de carga da energia eléctrica.

### TEMAS ABORDADOS

Princípios gerais	Seleção da potência instalada e dimensões da unidade
Cálculo do escoamento	Seleção da dimensão do canal a montante e do volume da lagoa de regulação diária
Cálculo da energia hidráulica	Análise da acumulação de sedimentos do reservatório e cálculo do refluxo
Previsão de carga e equilíbrio de carga da energia eléctrica	Modos de operação do reservatório e características de funcionamento ao longo dos anos
Seleção do nível de água característico da regulação e do controlo de cheias	Figuras
Seleção dos níveis normais e mortos do reservatório	

Água a jusante da pequena central hidroeléctrica de Suoxi, em Hunan, China



## PARTE 5 DA CONCEPÇÃO: ESQUEMA DA ENGENHARIA E ESTRUTURA HIDRÁULICA

Esta parte das Directrizes de Concepção esclarece as normas do projecto de controlo de cheias para as estruturas hidráulicas de uma PCH, define os requisitos específicos para o esquema geral da engenharia, bem como a selecção do tipo e o projecto da estrutura de retenção de água, da estrutura de descarga de água, a estrutura de desvio, a central e o compartimento do quadro de distribuição, e especifica os requisitos técnicos para a supervisão de segurança da engenharia e para o desempenho do betão e do aço. A altura aplicável de uma barragem de reservatório neste documento é: 30 m para uma barragem de terra-rocha compactada, 50 m para uma barragem de enrocamento com face de betão e 70 m para uma barragem de gravidade de betão (alvenaria). Quando a altura referida for ultrapassada, a norma da estrutura de construção e a margem de segurança devem ser determinadas em função de outras normas técnicas.

### TEMAS ABORDADOS

Norma de controlo de cheias	Estrutura de desvio
Esquema geral da engenharia	Central eléctrica
Estrutura de retenção de água	Supervisão de segurança da engenharia
Estrutura de descarga	Resistência do betão, durabilidade e desempenho do aço

Pequena central hidroeléctrica no Rio Dongjiao, em Shanxi, China





## PARTE 6-1 DA CONCEPÇÃO: MÁQUINAS HIDRÁULICAS E GERADOR DA TURBINA

Esta parte das Directrizes de Concepção especifica a estrutura e a disposição do tipo de máquinas hidráulicas principais e secundárias, a estrutura e a disposição da selecção do tipo de turbina, bem como a estrutura dos sistemas de aquecimento, ventilação e controlo de incêndios de uma PCH. Inclui os princípios básicos de selecção de tipo para diferentes máquinas, a selecção e o cálculo dos parâmetros básicos, a comparação de esquemas, bem como os exemplos dos diagramas típicos de diferentes esquemas de centrais.

### TEMAS ABORDADOS

Turbina	Sistema auxiliar
Gerador	Sistema de extinção de incêndios
Sistema de controlo da turbina	Esquema da central eléctrica
Valor principal da turbina	

## PARTE 6-2 DA CONCEPÇÃO: SISTEMA ELÉCTRICO

Esta parte das Directrizes de Concepção estabelece os requisitos gerais para a estrutura do sistema eléctrico de uma PCH e define os requisitos técnicos específicos para a selecção e disposição das ligações ao sistema de energia, ligação eléctrica principal, ligação à terra, iluminação, protecção dos relés, sistema de controlo e outros equipamentos eléctricos.

### TEMAS ABORDADOS

Ligação da central de energia hidroeléctrica ao sistema eléctrico	Sistema de excitação
Fiação da ligação eléctrica principal	Sistema de vigilância automático

## TEMAS ABORDADOS

Seleção do transformador principal	Alimentação da instalação e alimentação da área da barragem
Seleção do equipamento eléctrico de alta tensão	Fonte de alimentação de serviço de corrente contínua
Protecção contra a sobretensão da iluminação e sistema de ligação à terra	Sistema de vigilância por vídeo
Sistema de iluminação	Comunicação
Disposição do equipamento eléctrico principal no interior e exterior da central eléctrica	Reparação eléctrica e ensaios eléctricos
Dispositivos automáticos para a protecção dos relés e segurança do sistema	

## PARTE 6-3 DA CONCEPÇÃO: TRABALHOS HIDROMECAÑICOS

Esta parte das Directrizes de Concepção estabelece o conteúdo e os requisitos para a concepção dos trabalhos hidromecânicos numa PCH e fornece os requisitos específicos para a selecção e disposição do equipamento hidromecânico, os cálculos do projecto hidráulico e as medidas anti-corrosão.

## TEMAS ABORDADOS

Conteúdos e requisitos de concepção	Anti-corrosão de estruturas hidromecânicas
Seleção e disposição do equipamento	Carga de trabalho das estruturas hidromecânicas
Concepção e cálculos hidráulicos	



## PARTE 7 DA CONCEPÇÃO: PLANEAMENTO DA CONSTRUÇÃO

Esta parte das Directrizes de Concepção estabelece os princípios para o planeamento da construção de uma PCH e os requisitos específicos para o desvio do rio, para a construção das principais obras de engenharia, para a construção e planeamento de estradas e transportes, para a construção de fábricas, para o esquema geral da construção, para o progresso da construção geral e para as medidas de segurança. A maior parte das orientações fornecidas terão de ser simplificadas em conformidade no tratamento de centrais de menor potência (abaixo dos 10 MW).

### TEMAS ABORDADOS

Construção de um desvio do rio	Esquema geral da construção
Construção das obras principais	Programa de construção geral
Planeamento da construção de vias e transportes	Segurança da construção
Construção da unidade	

## PARTE 8 DA CONCEPÇÃO: AVALIAÇÃO DO IMPACTO SOCIAL E AMBIENTAL

Esta parte das Directrizes de Concepção estabelece os princípios gerais, os conteúdos e os requisitos para uma avaliação do impacto ambiental de um projecto de construção de PCH. Como os países normalmente dispõem de políticas consistentes em matéria de avaliação do impacto social, reinstalação e avaliação do impacto na conservação do solo e da água, os estudos específicos são geralmente realizados pelos serviços designados pelos países, pelo que este documento só fornece orientações técnicas gerais.

### TEMAS ABORDADOS

Avaliação do impacto ambiental	Avaliação do impacto social
Reinstalação	Conclusão da avaliação e aconselhamento
Conservação do solo e da água	

## PARTE 9 DA CONCEPÇÃO: ESTIMATIVAS DE CUSTO DO PROJECTO

Esta parte das Directrizes de Concepção especifica como formular estimativas de custo para projectos de PCH e detalha como elaborar documentos de estimativas de custo.

### TEMAS ABORDADOS

Divisão do projecto	Criação de documentos de estimativas de custos
Elaboração das despesas e dos custos das unidades	Elaboração de estimativas de investimentos para a parte da construção
Formulação da estimativa de custos na construção	

## PARTE 10 DA CONCEPÇÃO: PRÉ-AVALIAÇÃO ECONÓMICA

Esta parte das Directrizes de Concepção estabelece os princípios, conteúdos, métodos e parâmetros de pré-avaliação económica dos projectos de PCH. Este documento é aplicável à pré-avaliação económica nas etapas de estudo de pré-viabilidade e estudo de viabilidade de projectos de PCH

### TEMAS ABORDADOS

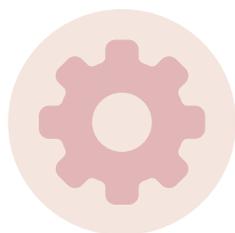
Cálculo dos custos	Pré-avaliação financeira
Cálculo dos benefícios	Análise da margem de incerteza
Análise económica	Método comparativo de propostas

## PARTE 11 DA CONCEPÇÃO: ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO

Esta parte das Directrizes de Concepção estabelece os princípios, conteúdos, requisitos e linhas gerais dos diferentes relatórios necessários para um projecto de PCH nas etapas de estudo de pré-viabilidade e estudo de viabilidade.

### TEMAS ABORDADOS

Princípios de compilação de relatórios
Directrizes do relatório do estudo de pré-viabilidade
Directrizes do relatório do estudo de viabilidade



## 6.3 UNIDADES

As Directrizes das Unidades especificam os requisitos técnicos para turbinas, geradores, sistemas de controlo de turbinas hidroeléctricas, sistemas de excitação e válvulas principais de PCH, bem como para sistemas de supervisão, controlo, protecção e alimentação eléctrica de corrente contínua.

### PARTE 1 DAS UNIDADES: TURBINAS HIDRÁULICAS

Esta parte das Directrizes das Unidades especifica os requisitos técnicos, a estrutura dos principais componentes e os requisitos do material, o âmbito do fornecimento, peças sobressalentes, documentos técnicos, bem como os requisitos básicos para a inspecção e a aceitação, embalagem, transporte, armazenamento, instalação, ensaio, entrada em serviço, ensaio de desempenho contratual, operação e manutenção de turbinas hidráulicas de PCH. O presente documento é aplicável a turbinas hidráulicas de PCH com potência unitária inferior a 10 MW. Para as turbinas Francis e Pelton, o diâmetro nominal da roda é inferior a 1,0 m. Para as turbinas de fluxo axial, diagonais e tubulares, o diâmetro do roda é inferior a 3,3 m.

#### TEMAS ABORDADOS

Condições ambientais de serviço	Inspeção e aceitação
Requisitos técnicos	Placa de identificação, embalagem, transporte e armazenamento
Âmbito do fornecimento e peças sobressalentes	Instalação, operação e manutenção
Documentos técnicos	Período de garantia de qualidade

A jusante da pequena central hidroeléctrica de Zhongxia, Guizhou, China



## PARTE 2 DAS UNIDADES: GERADOR DA TURBINA

Esta parte das Directrizes das Unidades especifica os requisitos técnicos, bem como os requisitos básicos para o âmbito do fornecimento, peças sobressalentes, documentos técnicos, inspecção e aceitação, embalagem, transporte, armazenamento, instalação, operação e manutenção do gerador da turbina síncrono de pino saliente trifásico de 50 Hz ou 60 Hz, com potência nominal de até 12,5 MWA conectado a uma turbina.

### TEMAS ABORDADOS

Condições de serviço	Inspeção e aceitação
Requisitos técnicos	Placa de identificação, embalagem, transporte e armazenamento
Âmbito do fornecimento e peças sobressalentes	Instalação, utilização e manutenção
Documentos técnicos	Período de garantia de qualidade

Equipamentos da pequena central hidroeléctrica de Shiwang'andu, Zâmbia





## PARTE 3 DAS UNIDADES: SISTEMA DE CONTROLO DA TURBINA

Esta parte das Directrizes das Unidades especifica os requisitos técnicos, bem como os requisitos básicos para o âmbito do fornecimento, peças sobressalentes, documentos técnicos, inspecção e aceitação, embalagem, transporte, armazenamento, instalação, operação e manutenção do sistema de controlo da turbina da PCH. Este documento aplica-se ao controlo electro-hidráulico (doravante designado controlo) com uma capacidade de funcionamento de 350 N•m ou superior, bem como ao dispositivo de pressão do óleo. Recomenda-se a utilização do controlo ou operador eléctrico com uma capacidade de funcionamento inferior a 350 N•m.

### TEMAS ABORDADOS

Condições de serviço	Inspecção e aceitação
Requisitos técnicos	Placa de identificação, embalagem, transporte e armazenamento
Âmbito do fornecimento e peças sobressalentes	Instalação, operação e manutenção
Documentos técnicos	Período de garantia de qualidade

## PARTE 4 DAS UNIDADES: SISTEMA DE EXCITAÇÃO

Esta parte das Directrizes das Unidades especifica os requisitos técnicos, bem como os requisitos básicos para o âmbito de fornecimento, peças sobressalentes, documentos técnicos, inspecção e aceitação, embalagem, transporte, armazenamento, instalação, operação e manutenção do sistema de excitação da PCH. Este documento aplica-se ao sistema de excitação síncrono da máquina.

### TEMAS ABORDADOS

Condições de serviço	Ensaio
Requisitos técnicos	Placa de identificação, embalagem, transporte e armazenamento
Âmbito do fornecimento e peças sobressalentes	Instalação, operação e manutenção
Documentos técnicos	Período de garantia de qualidade

## PARTE 5 DAS UNIDADES: VÁLVULAS PRINCIPAIS

Esta parte das Directrizes das Unidades especifica os requisitos técnicos, bem como os requisitos básicos para o âmbito do fornecimento, peças sobressalentes, documentos técnicos, inspecção, embalagem, transporte, armazenamento, instalação, arranque, operação e manutenção das válvulas principais da turbina da PCH. Este documento é aplicável aos tipos de válvulas principais da PCH: válvulas de borboleta, válvulas esféricas e válvulas corredeira.

### TEMAS ABORDADOS

Requisitos técnicos	Aceitação e garantia
Âmbito do fornecimento e peças sobressalentes	Placa de identificação, embalagem, transporte e armazenamento
Documentos técnicos	Instalação e soldadura
Ensaaios	Operação e manutenção

## PARTE 6 DAS UNIDADES: SUPERVISÃO, CONTROLO, PROTECÇÃO E SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO DE CORRENTE CONTÍNUA

Esta parte das Directrizes das Unidades especifica os requisitos técnicos, bem como os requisitos básicos para o âmbito do fornecimento, peças sobressalentes, ensaios, inspecção e aceitação, embalagem, transporte, armazenamento, instalação, formação, operação e manutenção da supervisão, do controlo e da protecção da PCH e do sistema de alimentação de corrente contínua.

### TEMAS ABORDADOS

Condições de serviço	Aceitação no local
Requisitos técnicos	Placa de identificação, embalagem, transporte e armazenamento
Âmbito do fornecimento e peças sobressalentes	Instalação e formação
Documentos técnicos	Período de garantia de qualidade
Inspeção de fábrica	



## 6.4 CONSTRUÇÃO

As Directrizes de Construção podem ser utilizadas como documentos de orientação técnica para a construção de projectos de PCH.

### PARTE 1 DA CONSTRUÇÃO: OBRAS CIVIS E ESTRUTURAS HIDROMECÂNICAS

Esta parte das Directrizes de Construção estabelece os princípios gerais, condições de construção, métodos da operação, procedimentos de funcionamento, requisitos tecnológicos e normas de qualidade das obras civis e das estruturas hidromecânicas, de acordo com as características de construção da PCH. Este documento inclui apenas orientações técnicas para a construção da engenharia e exclui a gestão da organização da construção.

#### TEMAS ABORDADOS

Levantamento da construção	Construção de estruturas hidráulicas
Desvio da construção	Instalação de estruturas hidromecânicas
Normas básicas para a construção de obras civis	Protecção ambiental

Equipamentos de pequena central hidroeléctrica na Micronésia



## PARTE 2 DA CONSTRUÇÃO: INSTALAÇÃO DE EQUIPAMENTO ELECTROMECÂNICO

De acordo com as características de construção dos projectos da PCH, esta parte das Directrizes de Construção estabelece as normas básicas e os requisitos técnicos para a instalação do equipamento electromecânico. Este documento inclui apenas orientações técnicas para a construção da engenharia e exclui a gestão da organização da construção.

### TEMAS ABORDADOS

Instalação de unidades do gerador da turbina e do equipamento auxiliar de máquinas hidráulicas	Instalação do sistema hidrológico automático de previsão e notificação
Instalação do equipamento eléctrico	Instalação do equipamento de supervisão de segurança

Fabrico de turbinas hidráulicas





## 6.5 GESTÃO

As Directrizes de Gestão fornecem orientações técnicas para a gestão, operação e manutenção, renovação técnica e aceitação de projectos de PCH.

### PARTE 1 DA GESTÃO: GESTÃO DA CONSTRUÇÃO DO PROJECTO

A presente parte das Directrizes de Gestão estabelece os conteúdos básicos, método de gestão e requisitos gerais para a gestão da construção de projectos de PCH.

TEMAS ABORDADOS	
Organização da gestão do projecto	Gestão de aprovisionamentos do projecto
Gestão de integração do projecto	Gestão do contrato do projecto
Planeamento inicial do projecto	Protecção ambiental do projecto e gestão da conservação do solo e da água
Gestão do âmbito de aplicação do projecto	Gestão de engenharia
Gestão técnica do projecto	Gestão da comunicação do projecto
Gestão de qualidade do projecto	Gestão da informação do projecto
Gestão do progresso do projecto	Gestão da saúde e segurança no trabalho do projecto
Gestão de custos do projecto	Gestão de riscos do projecto

## **PARTE 2 DA GESTÃO: OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO**

Esta parte das Directrizes de Gestão especifica os requisitos de gestão básicos para a operação e manutenção de uma PCH, bem como os requisitos específicos para a operação e a manutenção de uma estrutura hidráulica, os trabalhos hidromecânicos e o equipamento eléctrico e mecânico.

### **TEMAS ABORDADOS**

Requisitos básicos	Equipamento electromecânico
Estruturas hidráulicas	Operação optimizada
Trabalhos hidromecânicos	

## **PARTE 3 DA GESTÃO: RENOVAÇÃO TÉCNICA**

A presente parte das Directrizes de Gestão especifica os princípios básicos, os conteúdos, os métodos e os requisitos para a renovação técnica de uma PCH.

### **TEMAS ABORDADOS**

Disposições gerais	Conteúdos e requisitos de renovação
Análise e avaliação da situação	Índice de desempenho técnico
Detecção e avaliação	



## PARTE 4 DA GESTÃO: ACEITAÇÃO DE PROJECTOS

A presente parte das Directrizes de Gestão estabelece as condições de aceitação e o principal conteúdo do trabalho de aceitação de PCH, incluindo a aceitação antes do desvio do rio (encerramento) do projecto, a aceitação do represamento da albufeira (barragem), a aceitação do arranque da unidade e a aceitação da conclusão do projecto. A organização da aceitação, as especificações, os procedimentos e métodos, bem como a entrega do projecto e a resolução de questões pendentes, devem ser tratados de acordo com as disposições contidas nos documentos do contrato do projecto.

### TEMAS ABORDADOS

Aceitação antes do desvio (encerramento) do rio do projecto	Aceitação do arranque da unidade
Aceitação do represamento do reservatório (barragem)	Aceitação da conclusão

Pequena central hidroeléctrica de Shiwang'andu, Zâmbia



## 7. Fases do desenvolvimento de uma PCH sustentável

O seguinte diagrama apresenta um breve resumo das etapas para o desenvolvimento de uma pequena central de energia hidroeléctrica sustentável. Apresenta uma descrição concisa de todos os aspectos fundamentais a ponderar e implementar. Para informações mais detalhadas, consulte as partes específicas do documento das Directrizes Técnicas.

## 8. O caminho a seguir

As directrizes técnicas das pequenas centrais hidroeléctricas serão utilizadas para organizar formações e workshops em todo o mundo. A UNIDO e o INSHP esperam que as directrizes sejam benéficas para os países com capacidades técnicas e institucionais limitadas. As partes interessadas poderão melhorar os seus conhecimentos no que respeita ao desenvolvimento de PCH, atraindo assim mais investimentos, encorajando, simultaneamente, políticas favoráveis e contribuindo para a aceleração do desenvolvimento económico a nível nacional. São muito bem-vindas sugestões e recomendações para eventuais actualizações das directrizes.

Potencial localização para  
pequena central hidroeléctrica



**Figura 1. Principais fases do desenvolvimento de PCH**







## Directrizes Técnicas para Pequenas Centrais Hidroelétricas



**ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O  
DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL**

Viena Internacional Centre  
P.O. Box 300 - 1400 Viena - Áustria  
Tel.: (+43-1) 26026-0  
E-mail: [info@unido.org](mailto:info@unido.org)  
[www.unido.org](http://www.unido.org)



**REDE INTERNACIONAL DE PEQUENAS  
CENTRAIS HIDROELÉCTRICAS**

136 Nanshan Road  
Hangzhou · 310002 · R.P.China  
Tel.: (+86-571)87132793  
E-mail: [secretariat@inshp.org](mailto:secretariat@inshp.org)  
[www.inshp.org](http://www.inshp.org)