



República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior
e Serviços
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) BR 102016011602-3 A2

(22) Data do Depósito: 20/05/2016

(43) Data da Publicação: 05/12/2017



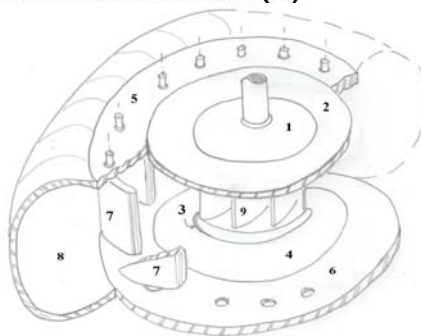
(54) Título: CÂMARA DE SOBREVIVÊNCIA PARA PASSAGEM DE PEIXES E DEMAIS SERES VIVOS POR TURBINAS HIDRÁULICAS DO TIPO FRANCIS E/OU SIMILARES

(51) Int. Cl.: F03B 3/00; F03B 11/08

(73) Titular(es): UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

(72) Inventor(es): CARLOS BARREIRA MARTINEZ; MARCO TÚLIO CORRÊA DE FARIA

(57) Resumo: O presente pedido de patente descreve uma câmara de sobrevivência para passagem de peixes e demais seres vivos por turbinas hidráulicas do tipo Francis e/ou similares. De acordo com a tecnologia proposta, pode-se reduzir a mortandade de peixes e de outros seres vivos que passam pelas turbinas hidráulicas de reação (Turbinas Francis ou similares), por meio da instalação de uma câmara de sobrevivência entre o distribuidor e o rotor dessas turbinas. O pequeno espaço existente entre a saída do distribuidor e a entrada do rotor faz com que os peixes sofram choques com as partes móveis do rotor, o que provoca cortes/ferimentos nos peixes, aumentando assim a mortandade de seres vivos na região onde as turbinas são instaladas. A proposta da atual tecnologia é a inserção da câmara de sobrevivência, que funcionará como uma região de descanso e de redirecionamento dos seres vivos que se encontram em trânsito entre a tomada d'água e o canal de fuga da usina hidrelétrica, para que assim, após passarem pelo distribuidor, os peixes não se choquem imediatamente com as lâminas do rotor da máquina. A região de descanso criada pela câmara de sobrevivência(...)



**“CÂMARA DE SOBREVIVÊNCIA PARA PASSAGEM DE PEIXES E
DEMAIS SERES VIVOS POR TURBINAS HIDRÁULICAS DO TIPO
FRANCIS E/OU SIMILARES”**

[001] O presente pedido de patente descreve uma câmara de sobrevivência para passagem de peixes e demais seres vivos por turbinas hidráulicas do tipo Francis e/ou similares. De acordo com a tecnologia proposta, pode-se reduzir a mortandade de peixes e de outros seres vivos que passam pelas turbinas hidráulicas de reação (Turbinas Francis ou similares), por meio da instalação de uma câmara de sobrevivência entre o distribuidor e o rotor dessas turbinas. O pequeno espaço existente entre a saída do distribuidor e a entrada do rotor faz com que os peixes sofram choques com as partes móveis do rotor, o que provoca cortes/ferimentos nos peixes, aumentando assim a mortandade de seres vivos na região onde as turbinas são instaladas. A proposta da atual tecnologia é a inserção da câmara de sobrevivência, que funcionará como uma região de descanso e de redirecionamento dos seres vivos que se encontram em trânsito entre a tomada d'água e o canal de fuga da usina hidrelétrica, para que assim, após passarem pelo distribuidor, os peixes não se choquem imediatamente com as lâminas do rotor da máquina. A região de descanso criada pela câmara de sobrevivência deve ser dimensionada em função das características dos seres vivos presentes a serem transpostos, de forma a propiciar as condições adequadas de posicionamento em relação ao sentido do fluxo d'água, minimizando os esforços de torção e cisalhamento resultantes da entrada em uma região de elevada turbulência.

[002] Em turbinas hidráulicas a água entra na turbina vinda de um reservatório (ou de um nível mais alto) e escapa para um canal de nível mais baixo. A água que entra é conduzida por um duto fechado até um conjunto de palhetas ou injetores que transferem a energia mecânica

(energia de pressão e energia cinética) do fluxo de água em potência de eixo. A água que sai da turbina é conduzida por um duto até um canal inferior. Os principais componentes das turbinas hidráulicas são: o distribuidor, que é um elemento fixo; o rotor (ou roda), que é um elemento móvel e gira em torno de um eixo, munido com um sistema de pás fixas, sendo responsável por transformar grande parte da energia hidráulica em trabalho mecânico. Tanto o difusor (ou tubo de sucção) quanto a carcaça são uma parte fixa.

[003] As turbinas podem ser classificadas, dentre outras formas, de acordo com a variação da pressão estática, sendo divididas entre Turbinas de Ação (ou Impulso), onde a pressão na tubulação cai até a pressão atmosférica logo que a água sai do distribuidor, e as Turbinas de Reação, onde a energia de pressão cai desde a entrada do distribuidor até a saída do receptor, aumentando no difusor.

[004] No processo de operação das turbinas hidráulicas, a água entra no circuito forçado de adução e junto com ela são carregados diversos peixes localizados nos reservatórios e/ou nos fluxos de água à montante. Os seres vivos que adentram a adução estão sujeitos a choques mecânicos com as partes móveis da turbina (as pás do distribuidor e do rotor), que podem resultar na morte dos peixes.

[005] Os documentos existentes relacionados a turbinas hidráulicas tratam de melhorias geométricas nos componentes hidráulicos e mecânicos de turbinas e da incorporação de novos materiais e novos dispositivos para melhorias nas características de vida útil, resistência e segurança do conjunto hidrogerador. Contudo, os dispositivos e equipamentos que têm sido propostos para a melhoria de características construtivas e operacionais de turbinas hidráulicas não contemplam o seu impacto sobre os seres vivos que habitam aquela área.

[006] O documento de patente US3.231.238, intitulado “Hoffstrom Turbines”, trata da relação torque-velocidade de turbinas de impulso, ou turbinas de ação, propondo uma melhoria nesse sistema. Nesse tipo de turbina, o jato do fluido de acionamento incide diretamente sobre as pás da turbina, transformando a energia hidráulica em energia cinética. O princípio utilizado no projeto de turbinas está baseado em modificações geométricas nas pás da turbina visando a alterações no escoamento do fluido que passa pela máquina. A ideia pode ser aplicada em outros tipos de fluido, além da água. Esse princípio pode ser aplicado em turbinas de alta velocidade, excluindo-se as turbinas de reação, tais como turbinas Francis, Kaplan e Bulbo. Diferentemente desse documento de patente, na presente invenção descreve-se uma câmara de sobrevivência com o objetivo de reduzir a mortandade de peixes sem efetuar qualquer alteração na geometria das pás das turbinas hidráulicas, podendo ser aplicada a turbinas de reação.

[007] O documento de patente US4. 563.127, intitulado “Hydraulic Turbine”, tem como proposta o projeto de turbinas de impulso com pás em formato de arco de círculo. São propostas alterações nas geometrias das pás do rotor e do estator visando melhorias no desempenho de turbinas de alta velocidade. Nesse documento de patente, o perfil circular das pás é a essência da tecnologia. Novamente, a tecnologia descrita acima trata de alterações nos aspectos geométricos da turbina, além de ser aplicada a turbinas de impulso, diferente da câmara de sobrevivência proposta na presente invenção, que se aplica a turbinas de reação.

[008] Os documentos de patentes US7.195.459, US7.128.534, US6.971.843, US6.926.494, US7.195.460, US7.198.470, US7.210.908 e US7.438.521 tratam de alterações nos componentes mecânicos e hidráulicos de turbinas hidráulicas visando melhorias no desempenho do conjunto hidrogerador.

[009] A patente da USPTO de número 6.682.298 está focada no alívio de tensões sobre os componentes mecânicos da turbina.

[010] Os documentos de patente PI0706195-1, PI0604288-0, PI0505157-6 e PI0601421-6 estão voltados para modificações geométricas e constitutivas do rotor e da caixa voluta visando melhorias de comportamento e rendimento do conjunto hidrogerador.

[011] A empresa VOITH, que atua no ramo tecnológico através de produtos e prestação de serviços industriais, propôs alguns conceitos de configurações geométricas que podem ser aplicados a turbinas já existentes, a fim de transformá-las em turbinas amigáveis, que visam minimizar a mortandade dos peixes devido à passagem dos mesmos no interior das turbinas hidráulicas. Nessa configuração, as palhetas têm um perfil que se ajusta ao contorno esférico do cubo e da periferia, mantendo a folga de projeto constante ao longo de todo o curso de movimento da palheta. O conceito de turbina amigável proposto pela VOITH difere-se da presente invenção, pois esta não contempla alterações geométricas no interior da turbina e sim a inserção de uma câmara de sobrevivência para a passagem dos peixes.

[012] No artigo publicado por Franke, G.F. em 1997, intitulado “Development of environmentally advanced hydropower turbine system design concepts”, é proposto um afastamento entre o rotor e o distribuidor da turbina, com o intuito de facilitar a passagem dos peixes pelo seu interior. Contudo, o documento encontrado não descreve uma câmara de sobrevivência, uma vez que o simples afastamento entre rotor e distribuidor não é suficiente para delimitar uma região (e caracterizar uma câmara) que permita a passagem segura dos peixes e demais seres vivos pelo interior da turbina.

[013] Dessa forma, os documentos encontrados no estado da técnica se diferem da tecnologia proposta na presente invenção, uma vez que a

maioria das propostas do estado da técnica trata de alterações nos componentes mecânicos e hidráulicos das turbinas, através do reprojeto do sistema distribuidor, do rotor e do tubo de sucção, contemplando melhorias de características operacionais a partir de modificações geométricas. Essas alterações visam melhorias no rendimento do conjunto hidrogerador. Ainda, os documentos encontrados que tratam de mecanismos para atenuação da mortandade dos peixes pela passagem nas turbinas são praticamente exclusivos para turbinas do tipo Kaplan, além de apresentarem problemas relativos à suas aplicações, como o alto custo de desenvolvimento e a redução do desempenho hidráulico das turbinas, o que impacta na geração de energia elétrica. De forma geral, as turbinas pesquisadas na literatura são produto de modificações nas curvaturas das pás e em detalhes construtivos, não sendo equipadas com câmara de sobrevivência instalada entre o distribuidor e o rotor.

[014] Já a tecnologia relacionada à “Câmara de sobrevivência para passagem de peixes e seres vivos por turbinas hidráulicas do tipo Francis e/ou similares”, proposta na presente invenção, tem como principal objetivo reduzir a mortandade dos seres vivos que passam pelas turbinas hidráulicas de reação, sejam elas Turbinas Francis ou similares, através da inserção de uma câmara de sobrevivência que introduz um afastamento entre as pás do distribuidor e as pás do rotor. A tecnologia proposta, além de ser de baixo custo por não ser necessário desenvolver um novo tipo de rotor, possui a capacidade de se ajustar às suas aplicações, de modo a não ser reduzido drasticamente o rendimento de produção de energia elétrica nas turbinas.

BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

[015] **FIGURA 1-** A Figura 1 exibe a representação de uma turbina do tipo Francis, contendo a câmara de sobrevivência para passagem de peixes, formada por uma placa circular superior (2) em formato de anel e uma placa

inferior (4). As placas (2) e (4) são delimitadas pela região perimetral adjacente do distribuidor (7) e pela abertura de entrada da água na região onde o rotor (9) está inserido, seguindo para região perimetral adjacente ao rotor (9). A placa circular em formato de anel superior (2) está inserida entre a tampa superior da turbina (1) e a tampa superior do pré-distribuidor da turbina (5). A placa circular em formato de anel inferior (4) está inserida entre o anel inferior de saída da turbina (3) e a tampa inferior do distribuidor da turbina (6).

[016] **FIGURA 2** - A Figura 2 representa o posicionamento das duas placas circulares, superior (2) e inferior (4), em relação ao rotor (9) e ao distribuidor (7) da turbina.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA TECNOLOGIA

[017] O presente pedido de patente descreve uma câmara de sobrevivência para passagem de peixes e demais seres vivos por turbinas hidráulicas do tipo Francis e/ou similares. De acordo com a tecnologia proposta, pode-se reduzir a mortandade de peixes e de outros seres vivos que passam pelas turbinas hidráulicas de reação (Turbinas Francis ou similares), por meio da instalação de uma câmara de sobrevivência entre o distribuidor e o rotor dessas turbinas. O pequeno espaço existente entre a saída do distribuidor e a entrada do rotor faz com que os peixes sofram choques com as partes móveis do rotor, o que provoca cortes/ferimentos nos peixes, aumentando assim a mortandade de seres vivos na região onde as turbinas são instaladas. A proposta da atual tecnologia é a inserção da câmara de sobrevivência, que funcionará como uma região de descanso e de redirecionamento dos seres vivos que se encontram em trânsito entre a tomada d'água e o canal de fuga da usina hidrelétrica, para que assim, após passarem pelo distribuidor, os peixes não se choquem imediatamente com as lâminas do rotor da máquina. A região de descanso criada pela câmara de sobrevivência deve ser dimensionada em função das

características dos seres vivos presentes a serem transpostos, de forma a propiciar as condições adequadas de posicionamento em relação ao sentido do fluxo d'água, minimizando os esforços de torção e cisalhamento resultantes da entrada em uma região de elevada turbulência.

[018] O processo de mortandade de peixes pela passagem em turbinas hidráulicas é atribuído a um conjunto de fatores, sendo que dois muito comuns são os choques mecânicos e os efeitos de descompressão. O efeito de descompressão é um fenômeno típico da passagem de água pelo rotor da turbina, que é parte do processo de conversão de energia potencial em energia mecânica. O choque mecânico está associado aos efeitos de turbulência da água e aos fenômenos de cisalhamento. Esses fenômenos de cisalhamento ocorrem quando os seres vivos atravessam as pás do distribuidor de turbinas hidráulicas e entram em contato com as pás móveis de seu rotor. O pequeno espaço existente entre a saída das pás do distribuidor e os bordos externos das pás móveis do rotor acaba propiciando os fenômenos de cisalhamento em peixes e em outros seres vivos, o que geralmente provoca a morte dos mesmos.

[019] A câmara de sobrevivência proposta no atual pedido de patente é uma região de formato circular, com altura igual à altura das pás do distribuidor e com largura compatível com os peixes e demais seres vivos que são aduzidos, o que resulta em uma região segura entre a saída das pás do distribuidor e a entrada das pás do rotor. A câmara permite que os peixes e demais seres vivos tenham condições de se posicionarem no sentido do fluxo, após sofrerem com os efeitos de turbulência da água na passagem pelo distribuidor, até o momento da passagem pelo rotor, minimizando os esforços de torção e de cisalhamento.

[020] A caixa voluta ou caixa espiral da turbina conduz a água com os peixes e demais seres vivos em direção ao conjunto de pás do distribuidor (7). Ao atravessar as pás do distribuidor (7), a água entra em uma câmara

(câmara de sobrevivência) e após passar pela câmara, a água entra no rotor (9), se dirige à saída pelo tubo de sucção e, posteriormente, ao canal de fuga e ao rio.

[021] Na Figura 1 são mostradas as placas (anéis) (2) (4) que formam a câmara de sobrevivência. Essa câmara é formada por duas placas circulares em formato de anel: uma placa superior (2) e uma placa inferior (4). As placas (anéis) superior e inferior da câmara são delimitadas pela região perimetral adjacente do distribuidor (7) e pela região perimetral adjacente ao rotor (9). A placa circular em formato de anel superior (2) está inserida entre a tampa superior da turbina (1) e a tampa superior do distribuidor da turbina (5). A placa circular em formato de anel inferior (4) está inserida entre o anel inferior de saída da turbina (3) e a tampa inferior do distribuidor da turbina (6).

[022] A Figura 2 mostra duas placas circulares: superior (2) e inferior (4) em formato de anel que devem ser acrescentados à turbina formando a câmara de sobrevivência.

[023] Dessa forma, a câmara de sobrevivência tem o formato de um corredor circular envolvendo a região de entrada de água delimitada pela tampa superior da turbina e pelo anel inferior de saída da turbina.

[024] O material das placas circulares em formato de anel deve ser o mesmo que constitui a carcaça da caixa espiral (ou caixa voluta) da turbina, preferencialmente aço. A rugosidade superficial deve ser igual ou menor do que a rugosidade da superfície interna da carcaça da caixa espiral.

[025] A vantagem de utilização da câmara de sobrevivência em relação ao que já existe, está baseada no fato que os mecanismos existentes para atenuação da mortandade de peixes são praticamente exclusivos para turbinas Kaplan. Essas turbinas possuem canais hidráulicos internos para a passagem de água, que ajudam a reduzir a formação de vórtices e a

turbulência, porém esses canais não são aplicáveis a turbinas do tipo Francis.

[026] A tecnologia proposta no atual pedido de patente pode ser aplicada em todas as turbinas hidráulicas de reação, sem a diferenciação de tamanho e de condição de operação. Com isso, a câmara de sobrevivência proposta pode adquirir diferentes formatos e dimensões, dependendo das condições de operação da turbina, do tipo de turbina hidráulica e das características das espécies dos peixes presentes no ecossistema.

REIVINDICAÇÕES

- 1. Câmara de sobrevivência para passagem de peixes e demais seres vivos por turbinas hidráulicas do tipo Francis e/ou similares, caracterizada por** compreender duas placas circulares em formato de anel, sendo uma placa superior (2) e uma placa inferior (4), em que as placas (anéis) superior e inferior da câmara são delimitadas pela região perimetral adjacente do distribuidor (7) e pela região perimetral adjacente ao rotor (9), sendo que a placa circular em formato de anel superior (2) está inserida entre a tampa superior da turbina (1) e a tampa superior do distribuidor da turbina (5), e a placa circular em formato de anel inferior (4) está inserida entre o anel inferior de saída da turbina (3) e a tampa inferior do distribuidor da turbina (6).
- 2. Câmara de sobrevivência para passagem de peixes e demais seres vivos por turbinas hidráulicas do tipo Francis e/ou similares, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por** utilizar o mesmo material que constitui a carcaça da caixa espiral (ou caixa voluta) da turbina como material para as placas circulares em formato de anel, preferencialmente aço.
- 3. Câmara de sobrevivência para passagem de peixes e demais seres vivos por turbinas hidráulicas do tipo Francis e/ou similares, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por** possuir rugosidade superficial igual ou menor que a rugosidade da superfície interna da carcaça da caixa espiral.
- 4. Câmara de sobrevivência para passagem de peixes e demais seres vivos por turbinas hidráulicas do tipo Francis e/ou similares, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por** poder ser aplicada em todos os tipos de turbinas hidráulicas, preferencialmente turbina do tipo

Francis, sendo dimensionada em função das características dos seres vivos presentes a serem transpostos.

DESENHOS

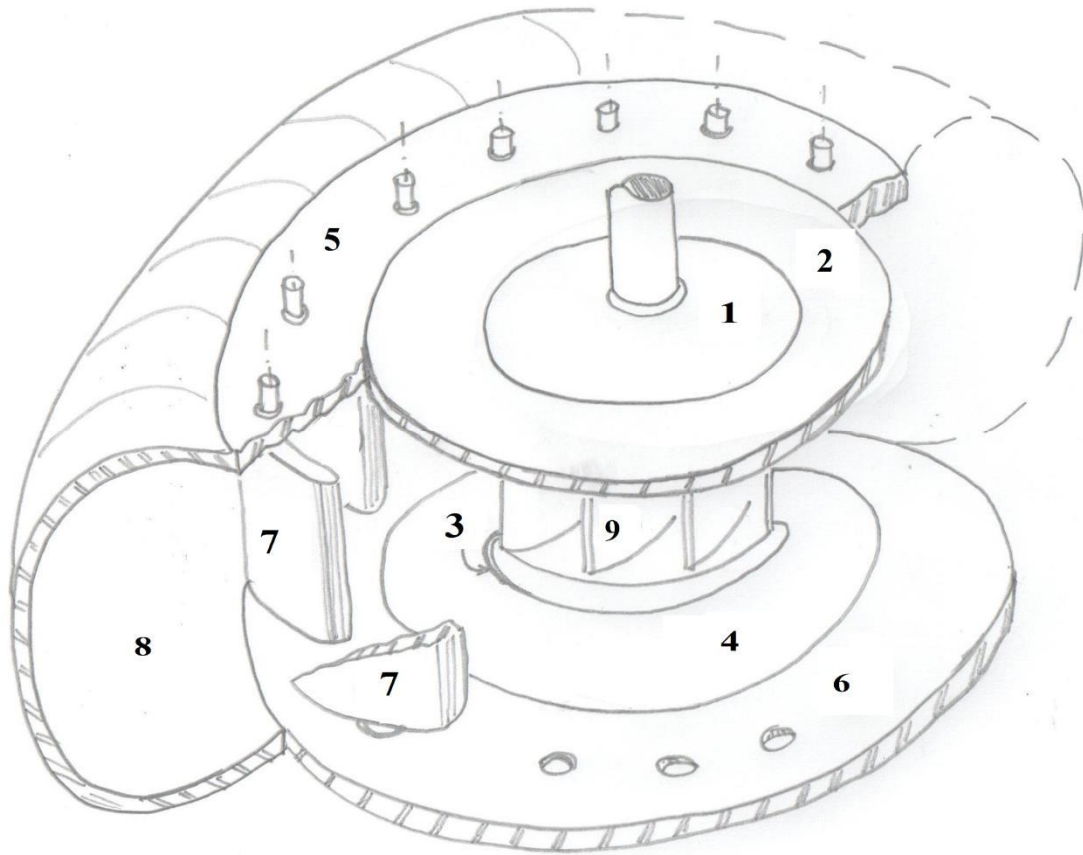


FIGURA 1

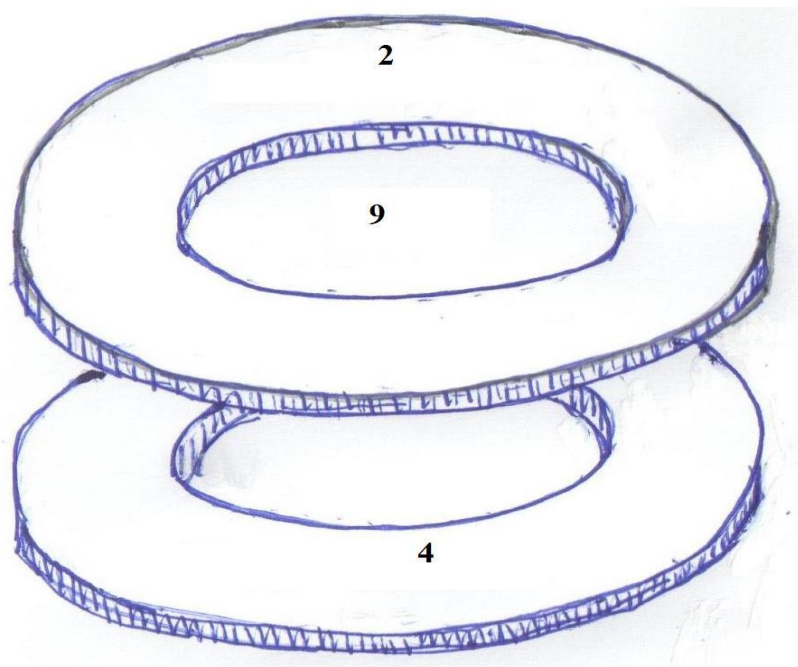


FIGURA 2

RESUMO

“CÂMARA DE SOBREVIVÊNCIA PARA PASSAGEM DE PEIXES E DEMAIS SERES VIVOS POR TURBINAS HIDRÁULICAS DO TIPO FRANCIS E/OU SIMILARES”

O presente pedido de patente descreve uma câmara de sobrevivência para passagem de peixes e demais seres vivos por turbinas hidráulicas do tipo Francis e/ou similares. De acordo com a tecnologia proposta, pode-se reduzir a mortandade de peixes e de outros seres vivos que passam pelas turbinas hidráulicas de reação (Turbinas Francis ou similares), por meio da instalação de uma câmara de sobrevivência entre o distribuidor e o rotor dessas turbinas. O pequeno espaço existente entre a saída do distribuidor e a entrada do rotor faz com que os peixes sofram choques com as partes móveis do rotor, o que provoca cortes/ferimentos nos peixes, aumentando assim a mortandade de seres vivos na região onde as turbinas são instaladas. A proposta da atual tecnologia é a inserção da câmara de sobrevivência, que funcionará como uma região de descanso e de redirecionamento dos seres vivos que se encontram em trânsito entre a tomada d'água e o canal de fuga da usina hidrelétrica, para que assim, após passarem pelo distribuidor, os peixes não se choquem imediatamente com as lâminas do rotor da máquina. A região de descanso criada pela câmara de sobrevivência deve ser dimensionada em função das características dos seres vivos presentes a serem transpostos, de forma a propiciar as condições adequadas de posicionamento em relação ao sentido do fluxo d'água, minimizando os esforços de torção e cisalhamento resultantes da entrada em uma região de elevada turbulência.