



# Materiais e métodos

## **Autores**

Cássia Maria Lie Ugaya  
José Adolfo de Almeida Neto  
Rodrigo Alvarenga  
Leticia De Santi Barrantes  
Maria Cléa Brito de Figueiredo  
Elaine Garcia de Lima  
Natalia Crespo Mendes  
Jéssyca M. Oliveira  
Aldo Roberto Ometto  
Ana Laura Raymundo Pavan  
Leandro Andrade Pegoraro

## 2. Materiais e métodos

O procedimento adotado para avaliação dos modelos de caracterização contemplou duas etapas: (i) o levantamento das categorias de impacto e definição de grupos de trabalho, e (ii) a definição da sistemática e dos critérios de avaliação.

### 2.1. Agregação de esforços em AICV no Brasil

Em 2013, havia esforços dispersos por parte de alguns pesquisadores atuantes ou interessados no tema de AICV no Brasil. Estes profissionais realizaram a primeira reunião virtual naquele ano, em que se observou a existência de poucas oportunidades para discutir estes temas dentro do país, devido à limitação de experiência.

Para promover a troca de conhecimentos, foram realizadas outras reuniões virtuais ao longo do ano de 2014, nas quais os participantes decidiram juntar esforços para recomendar modelos de AICV mais apropriados para regionalização dos fatores de caracterização de acordo com o contexto brasileiro. Para cada categoria de impacto foi formado um grupo de trabalho, com pesquisadores que já atuaram ou que estavam desenvolvendo pesquisas no tema de escassez hídrica, depleção de recursos abióticos, RAM (método de contabilidade de recursos, do inglês, Resource Accounting Methods), depleção de recursos bióticos, eutrofização de água doce, acidificação terrestre e impactos aos serviços ecossistêmicos devido ao uso da terra.

### 2.2. Definição da sistemática e critérios de avaliação

A fim de realizar a recomendação, foi necessário definir a sistemática geral de avaliação dos modelos de caracterização. Assim, os procedimentos e critérios adotados foram analisados durante o II Workshop Internacional de Avaliação do Ciclo de Vida: Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida, realizado em setembro de 2014 em Curitiba, PR, organizado pela UTFPR e pela Embrapa. Neste Workshop, decidiu-se por adaptar os critérios do JRC (2011) para avaliação de modelos de caracterização, tendo sido definidos três critérios gerais: i) escopo, ii) robustez científica e, iii) existência de fatores de caracterização nacionais e possibilidade de regionalização para o contexto brasileiro.

Para análise dos modelos, foi elaborada uma planilha padrão (Quadro 1) contendo os critérios gerais e subcritérios, em que foi indicada uma pontuação para cada critério com a seguinte escala: 1 (baixo atendimento aos subcritérios); 2 (médio-baixo atendimento); 3 (médio atendimento); 4 (médio-alto atendimento); e 5 (alto atendimento). A pontuação final de cada modelo foi obtida por média simples das pontuações dos critérios.

Em virtude das características de cada categoria de impacto, houve a possibilidade de adicionar ou excluir critérios e subcritérios.

**Quadro 1 - Critérios para avaliação dos modelos de caracterização**

<b>Crítérios</b>	<b>Classificação</b>	<b>Justificativa/ observação</b>
<b>Crítério 1 - Abrangência do escopo de aplicação (avaliação final)</b>		
1.1 Diferenciação espacial (geográfico)		
1.2 Fluxos elementares		
1.3 Compartimentos		
<b>Crítério 2 - Robustez científica (avaliação final)</b>		
2.1 Faz parte de algum método de AICV ou é reconhecido pela comunidade científica		
2.2 Cadeia de causa-efeito		
2.2.1 É apresentada e está clara		
2.3 Transparência e acessibilidade		
2.3.1 Clareza das equações do modelo de caracterização		
2.3.2 Clareza das variáveis		
<b>Crítério 3 - FC nacionais/regionalização (avaliação final)</b>		
3.1 Possui FC para o Brasil		
3.1.1 Escala geográfica		
3.1.2 Escala temporal		
3.2 FC apropriado para o contexto nacional		

### 2.2.1. Critério 1 - Escopo

O critério escopo consiste em avaliar a completeza do modelo em termos de escopo geográfico, fluxos elementares e compartimentos ambientais considerados.

No caso do escopo geográfico, foi identificada a abrangência dos fatores de caracterização na aplicação do modelo, ou seja, a disponibilidade de fatores para aplicação em estudos de ACV: globais, continentais, ou nacionais.

Em relação aos fluxos elementares, foi verificado se as principais substâncias que contribuem para a categoria de impacto nos cálculos dos fatores de caracterização estavam incluídas na obtenção do FC. O modelo foi considerado não representativo quando não incluía as principais substâncias que contribuem para a categoria de impacto.

Por último, quanto aos compartimentos ambientais, foi averiguado se o modelo contempla todos os compartimentos (p.ex., ar, água, solo, sedimentos) que são relevantes para cada categoria de impacto.

### 2.2.2. Critério 2 - Robustez científica

No caso da robustez científica, foi verificado o reconhecimento e aprovação do modelo pela comunidade científica, a apresentação da cadeia de causa-efeito e a transparência do modelo. Considerou-se o modelo reconhecido, quando o modelo de caracterização analisado faz parte de um método de AICV existente e já positivamente avaliado pela comunidade científica em artigo científico publicado, com fatores disponíveis para uso nos softwares de ACV.

Na sequência, foi levantado o estado da arte da cadeia de causa-efeito para cada categoria de impacto. Em seguida, foi averiguado se o modelo apresentava claramente o ponto da cadeia de causa-efeito na qual a modelagem dos impactos é realizada, identificando-se os aspectos e vias de impacto considerados.

Por fim, foi identificado o ponto da cadeia de causa e efeito em que o modelo está: i) Ponto médio, a caracterização usa indicadores localizados ao longo do mecanismo ambiental, e ii) Ponto final, a caracterização considera todo o mecanismo ambiental até ocorrência de dano específico relacionado com a área mais ampla de proteção, que pode ser saúde humana, ecossistemas ou recursos naturais.

Se a categoria de impacto apresenta modelos de ponto médio e ponto final, foi realizada recomendação para cada um deles, não tendo sido comparado um modelo de ponto médio com outro de ponto final.

Como último aspecto da robustez científica, foi analisada a transparência quanto às equações, variáveis e bases de dados utilizadas na geração dos fatores de caracterização.

Em relação à transparência, considerou-se a disponibilidade de publicações em inglês descrevendo os procedimentos adotados durante o desenvolvimento dos fatores de caracterização, indicando os modelos, as equações e as bases de dados utilizadas.

### 2.2.3. Critério 3 - Existência de FC e possibilidade de regionalização

O último critério foi subdividido em dois: a existência de fator de caracterização para o Brasil e, caso existente, se é apropriado para o contexto nacional. Neste caso, foram analisadas as escalas geográfica e temporal, e se estas escalas são apropriadas para o contexto nacional.

A forma de pontuação dos modelos, de acordo com os critérios e subcritérios mencionados, foi adaptada e, quando pertinente, complementada para cada categoria de impacto, pelos respectivos grupos de trabalho. A adaptação e aplicação destes critérios para as categorias escassez hídrica, depleção de recursos abióticos, RAM, impactos nos serviços ecossistêmicos devido ao uso da terra e depleção de recursos bióticos podem ser encontradas nos próximos capítulos.

## 2.3. Aplicação dos critérios

Cada grupo estabeleceu o próprio cronograma de trabalho considerando a necessidade de realizar as seguintes atividades: i) identificação dos modelos de caracterização a serem avaliados; ii) aplicação dos critérios gerais na avaliação dos modelos e complementação com critérios específicos à cada categoria de impacto; iii) apresentação e discussão da avaliação; iv) elaboração de relatório final da avaliação; e v) revisão do relatório e publicação dos resultados. Para o levantamento dos modelos de caracterização, foram realizadas pesquisas nas bases de dados científicas disponibilizadas pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a base de dados de periódicos e outras publicações em Web of Knowledge.

A apresentação e discussão dos resultados foi realizada em reuniões plenárias da RAICV em sistema de videoconferências e os resultados são apresentados nos capítulos subsequentes. Nesses capítulos, também é informado o ano limite considerado para realização das pesquisas dos modelos propostos em bases de dados científicas que difere por categoria de impacto.

## Referências bibliográficas

JRC – Joint Research Centre (2011) EUROPEAN COMMISSION-JOINT RESEARCH CENTRE - Institute for Environment and Sustainability: International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook- Recommendations for Life Cycle Impact Assessment in the European context. First Edition, Luxembourg: Publications Office of the European Union. 145 p.