

## AVALIAÇÃO DOS MECANISMOS DE COOPERAÇÃO DE CLUSTER PARA O PROCESSAMENTO DE RESÍDUOS DO COMPLEXO FLORESTAL DA SIBÉRIA

**Elena V. Melnikova**

sage1974@bk.ru

Reshetnev Siberian State  
University of Science and  
Technology, Krasnoyarsk, Russia

**Tatiana V. Zelenskaya**

Reshetnev Siberian State  
University of Science and  
Technology, Krasnoyarsk, Russia

**Viktor V. Prokhorov**

Reshetnev Siberian State  
University of Science and  
Technology, Krasnoyarsk, Russia

**Marina S. Patrina**

Krasnoyarsk Regional Center for  
Biotechnological Engineering LLC,  
Krasnoyarsk, Russia

**Yuliya A. Bezrukikh**

Reshetnev Siberian State  
University of Science and  
Technology, Krasnoyarsk, Russia

### RESUMO

O tema do estudo é o desenvolvimento de abordagens para avaliar a cooperação em um cluster. Objetivo do estudo: uma seleção de ferramentas para avaliar as características dos laços de cooperação em um cluster para o processamento de resíduos de um complexo florestal na Yenisei Sibéria. Métodos: Análise de casos, questionário, levantamento, avaliação de especialistas e um método de comparação de pares. Resultados: Os seguintes resultados foram substanciados: O cluster emergente para o processamento de resíduos do complexo florestal de Yenisei Sibéria; os fatores situacionais; a especialização da indústria; os objetivos de criar um cluster e os interesses dos participantes. À medida que o agrupamento evolui, as direções e o nível de cooperação dos membros do agrupamento estão sujeitos a mudanças. A classificação dos obstáculos para a cooperação no agrupamento também é realizada. *É proposto um indicador agregado da intensidade dos laços de cooperação, com base em cinco critérios, o que permite avaliar tanto a cooperação industrial como a inovadora. Além disso, propõe-se determinar os fatores de ponderação de forma situacional, em função da orientação do cluster. Conclusão: mostra-se que o valor desejado do indicador de cooperação agregada deve ser formado no sistema de coordenadas, ou seja, «inovação - sustentabilidade».* A avaliação e regulação do nível do indicador podem servir como ferramenta para a tomada e efetuação de decisões estratégicas sobre as prioridades de desenvolvimento dos clusters.

**Palavras-chave:** cluster; cooperação; quadrante; inovação; processamento de resíduos do complexo florestal.

**Classificação do JEL:** D02; L14; L73; Q53; Q01; R58.

## 1. INTRODUÇÃO

A quarta revolução industrial nos deu o fenômeno de uma economia circular (Cooke, 2012a; 2012b; Perkins, 2003; Safarzyńska e van den Bergh, 2010; Sauvé et al., 2016; Schroeder et al., 2018), ou seja, economias com cadeias de produção fechadas ou “verdes”, nas quais o desperdício é mínimo ou inexistente. A pesquisa e implantação de modelos de negócio que permitam implementar os princípios da economia circular no nível micro na comunidade científica global parece ser uma tarefa de pesquisa complexa e relevante (Kallis e Norgaard, 2010; Lacy e Rutqvist, 2015; Roos, 2014). Para a Rússia, um país com recursos significativos, a tarefa de construir uma economia circular é ainda mais complexa e requer a busca de novas soluções organizacionais e gerenciais que atendam aos objetivos de manter o desenvolvimento sustentável e mover a produção para um novo nível tecnológico. Esta formulação da questão é especialmente relevante para as indústrias exploradoras da natureza e regiões de recursos, incluindo o complexo florestal da Sibéria Yenisei.

É interessante notar que mais de 60% da área florestal russa está concentrada na Sibéria. As florestas não só fornecem matéria-prima às indústrias de processamento de madeira, mas também criam oportunidades significativas de exportação que são subutilizadas devido à insuficiente implementação de tecnologias para o processamento de madeira profunda e de resíduos. As florestas também desempenham funções sociais e ambientais, criando condições para o desenvolvimento sustentável das áreas florestais. O encerramento de empresas “âncora” do complexo florestal da região no período pós-perestroika tornou-se um fator limitativo no desenvolvimento da cooperação empresarial, na diversificação de produtos, na gestão florestal polivalente e na introdução de novas tecnologias.

Atualmente, no setor florestal, é impossível ignorar as tendências na formação da economia circular, cuja principal tarefa é a “restauração do design” (Fundação Ellen MacArthur, 2012), baseada em métodos de manejo que não reduzam a capacidade regenerativa dos ecossistemas (Schroeder et al., 2018), e a rentabilidade do setor florestal. No complexo florestal, a reciclagem pode “introduzir um componente inovador” (Rubinskaya et al., 2016), e os resíduos devem ser considerados como “matérias-primas, eficiência econômica e segurança ambiental, que podem ser significativamente maiores do que as matérias-primas primárias” (Rubinskaya et al., 2016).

A motivação de “não piorar” é difícil de implantar se os atores da indústria não estiverem envolvidos na interação cooperativa e dentro de clusters. A redundância de recursos da Rússia complica o problema. Na Europa, com um potencial florestal incomparavelmente menor, a introdução dos princípios da economia circular até 2030 permitirá “re-

duzir os custos líquidos dos recursos em 600 bilhões de euros, aumentar a produtividade dos recursos para 3% ao ano e receber um rendimento líquido anual de 1,8 trilhões de euros” (Fundação Ellen MacArthur, 2015). De acordo com estimativas da Fundação, apenas 6% dos recursos mundiais são reciclados.

O clustering pode ser visto como uma forma de economia circular na criação e desenvolvimento de cadeias tecnológicas; o acumulado russo (Vasilieva et al., 2017; Kozhukhov et al., 2017; Rezanov, 2016; Smorodinskaya, 2014) e a experiência estrangeira (Fløysand et al., 2012; Haviernikova et al., 2016; Luhas et al., 2019; Njøs e Jakobsen, 2016) são uma clara confirmação disso. Observa-se que a solução para o problema da fraca cooperação das empresas territoriais do complexo florestal da região de Tomsk é o agrupamento, o que permitirá estabelecer a transformação integrada da madeira (Kozhukhov et al., 2017). Em Vasilieva et al. (2017), grupos de cluster significativos para o Território de Krasnoyarsk foram avaliados com base em indicadores de localização e conectividade, e foi tirada uma conclusão sobre o alto potencial de clustering do complexo da indústria madeireira da região, já que uma das direções da formação do núcleo de cluster no complexo florestal é chamada de cooperação das indústrias de processamento, incluindo o uso de resíduos (Rezanov, 2016). Observando que “a cooperação torna-se o principal mecanismo de harmonização dos sistemas”; Smorodinskaya (2014) mostra a dependência da inovação em cluster da organização dos laços cooperativos; além disso, a implantação da “tripla hélice” de interação inovadora é possível nas indústrias tradicionais.

Vários autores comparam os efeitos do clustering quando eles são implantados de cima para baixo e de baixo para cima, o que afeta as características da cooperação dos participantes (Fløysand et al., 2012), fornece uma avaliação dos riscos da cooperação em cluster (Haviernikova et al., 2016) e discute os efeitos inovadores do desenvolvimento da cooperação em indústrias relacionadas e da cooperação do conhecimento (Njøs e Jakobsen, 2016). O trabalho que é dedicado ao estudo do complexo florestal finlandês (Luhas et al., 2019), onde o conceito de cluster foi implantado com sucesso, recebeu uma revisão dos efeitos de cluster da cooperativa (ou rede) que são valiosos para este estudo. A avaliação da produtividade da criação de clusters requer alguma atenção, independentemente dos temas da iniciativa de cluster, da determinação do estágio e das perspectivas de desenvolvimento dos clusters. A natureza híbrida desta formação supra-organizacional, com objetivos específicos e mecanismos de coordenação, cria dificuldades para a gestão de clusters direcionados, pois em essência é a gestão dos vínculos cooperativos.

O nível e os mecanismos de cooperação dos participantes que requerem análise e avaliação, incluindo o contexto

espaço-temporal e as perspectivas de desenvolvimento co-evolucionário das regiões de Yenisei Sibéria, são os maiores interesses de pesquisa. O valor deste estudo é o desenvolvimento de abordagens metodológicas para avaliar o nível de cooperação, tendo em conta a configuração do cluster, as etapas do seu desenvolvimento, a necessidade de especialização inteligente e a superação da estagnação tecnológica da indústria, seguida da utilização de indicadores de cooperação na tomada de decisões estratégicas na regulação do desenvolvimento do cluster e na introdução dos princípios de uma economia circular no nível micro.

O objetivo do estudo é encontrar ferramentas adequadas para avaliar o desenvolvimento de um cluster, principalmente levando em conta as direções, obstáculos e o nível de cooperação dos participantes, o que permitiria tomar decisões estratégicas na direção da construção de cadeias tecnológicas fechadas. A hipótese deste estudo é a de que um conjunto de direções e ferramentas para regular as relações em um cluster depende da especialização da indústria, da configuração dos clusters e do nível de cooperação intracluster dos participantes.

## 2. MÉTODOS

As abordagens sistêmica, situacional e evolutiva formam a base metodológica deste estudo. Entre os conceitos teóricos necessários para um estudo profundo da formação, desenvolvimento e cooperação em questões de avaliação de clusters, tendo em conta a sua orientação alvo, no âmbito deste estudo, encontra-se o conceito de uma quad-helix (ou tripla hélice) (Carayannis e Grigoroudis, 2016; Smorodinskaya, 2011), a teoria da integração de sistemas (Kleiner et al., 2008), a teoria da sustentabilidade dos sistemas econômicos (Melnikova e Bezrukikh, 2017a; Melnikova e Bezrukikh, 2017b) e o conceito de economia circular (Accenture, 2014; Ellen MacArthur Foundation, 2015; Roos, 2014; Sauv   et al., 2016; Schroeder et al., 2018).

A teoria da integração de sistemas de Kleiner oferece uma tipologia universal de sistemas econômicos, baseada na determinação do limite / desvinculação do sistema no tempo e no espaço, e levando em conta a posição do pesquisador (Kleiner et al., 2008). Para o iniciador do clustering, o cluster parece ser um sistema do tipo projeto, limitado no tempo e no espaço, enquanto no estudo da cooperação, o cluster é um sistema do tipo médio. Enfatizando a crescente popularidade da abordagem evolutiva do estudo de clusters (usando o fator tempo), vários autores notam a falta de atenção aos “fatores locais (ou fatores espaciais), negligência das influências multie escalares e subestimação do fator humano” (Tripl et al., 2015). Levar em conta “fatores locais”, como recursos, interesses dos moradores locais, problemas econômicos dos territórios, etc., implica a natureza situacional

de cada agrupamento, o que torna necessário buscar oportunidades de digitação nas características dos vínculos cooperativos.

Com base na abordagem evolutiva ( stergaard e Park, 2015), foi revelado que a estreita especialização da indústria impede a atualização (Cooke, 2012a; Cooke, 2012b; Martin, 2011; Nj  s e Jakobsen, 2016). A conclusão na qual os clusters se desenvolvem e o nível de confiança entre os mesmos cresce e “a  rea de cooperação e os m todos para identificar suas direções mudam” (Kostenko, 2016) tamb m se baseia na fundamentação metodol gica da abordagem evolutiva e   extremamente importante no contexto deste estudo.

O vetor de correção do ambiente de implantação de projetos de cluster e  reas de cooperação externa   definido pelo conceito de h lice qu drupla (Carayannis e Grigoroudis, 2016), que assume uma intera o coordenada entre sociedade, estado, empresas e ci ncia (Smorodinskaya, 2011; Smorodinskaya, 2014; Shestak e Tyutyunnik, 2017). Levando em conta a import ncia dos motivos ambientais do processo de agrupamento no complexo florestal e a gravidade dos problemas ambientais nesta ind stria tradicional, desatar o quad-espiral de intera o no agrupamento   um pr -requisito para a transforma o inovadora da ind stria, alcanando metas de desenvolvimento “verdes”. As diretrizes de coopera o e inova o do cluster n o devem prejudicar a sustentabilidade dos membros individuais do cluster, tanto na percep o quanto na realidade.

As vis es mais modernas sobre a rela o entre especializa o e inova o se refletem no conceito de “especializa o inteligente” (European Commission, 2014), que se refere   coer ncia das pol ticas industriais, de inova o e educacionais. Para alcanar um desenvolvimento de cluster significativo,   necess ria a conceptualiza o e depura o das intera es de cluster cooperativo. O conceito de “especializa o inteligente”, apesar de sua atratividade,   dif cil de implantar e requer “o desenvolvimento de novas tecnologias sofisticadas baseadas em capacidades locais” (Balland et al., 2018) e, portanto, o desenvolvimento de rela es externas para o cluster baseado no conceito de quad-helix.

A teoria da integra o de sistemas (Kleiner et al., 2008) permite considerar a codepend ncia dos sistemas econ micos e o cont do dos la os cooperativos, incluindo a sustentabilidade dos modelos de neg cios (Melnikova e Bezrukikh, 2017; Melnikova e Bezrukikh, 2017) dos participantes individuais e a intera o dos clusters como um todo. O objetivo estrat gico do cluster   formulado como a tarefa de gerir os par metros de intera o do cluster como inova o, sustentabilidade, orienta o ambiental e social, a rela o de especializa o e diversifica o, as fronteiras de localiza o e a intensidade da coopera o. A principal aten o   dada   avalia o da intensidade da coopera o, o que significa cer-

to nível de equilíbrio entre a independência dos participantes e a sua coevolução coordenada.

A base de informação para este trabalho inclui pesquisas de autores nacionais e estrangeiros, questionários e pesquisas de dados de participantes do cluster e especialistas emergentes, e os resultados da análise de casos de clusters em diferentes estágios de desenvolvimento. Foram selecionados doze casos, envolvendo também experiência estrangeira, e foi dada preferência a clusters em indústrias exploradoras da natureza; exemplos paradoxais não foram descartados e a correção de tarefas de pesquisa e a reformatação de parâmetros de análise foram permitidas. Os resultados do questionário foram processados com o método de comparações em pares.

O algoritmo do estudo inclui os seguintes passos: clarificação do conteúdo do conceito de “cluster” e do significado da cooperação no cluster com base na análise da literatura; seleção de casos para uma análise qualitativa da evolução do cluster; consideração da dialética do conteúdo da codependência e do nível de cooperação e das direções de evolução do cluster; análise do impacto dos parâmetros de cooperação no cluster; manifestação de efeitos inovadores no desenvolvimento do cluster; o estudo do campo motivacional da participação no agrupamento; obstáculos e padrões preferidos de interação; a componente de importância do conhecimento na cooperação e o nível de contatos informais para o desenvolvimento dos agrupamentos; desenho de um indicador integrado para avaliar a intensidade da cooperação em um agrupamento, tendo em conta a importância comparativa dos obstáculos ao desenvolvimento dos agrupamentos; e a gestão da cooperação no agrupamento para processar os resíduos do complexo florestal.

### 3. RESULTADOS

Uma análise de conteúdo do conceito de cluster permite identificar uma série de definições, tais como interconexão, interação, interdependência e complementaridade que estão presentes (juntas ou separadas) em todas as definições consideradas do cluster e que podem ser reduzidas ao conceito de “conectividade” e aos processos de cooperação no cluster. O conceito de cluster varia de acordo com o tema de interesse de um determinado autor (Chernova, 2014). Dependendo das tarefas de investigação a serem resolvidas, o leque de abordagens metodológicas utilizadas no estudo dos clusters muda, ou seja, a ênfase passa, por exemplo, da indústria para os aspectos territoriais e vice-versa (Kolesnikov e Khazaliya, 2016). No entanto, as questões de cooperação dos participantes dos clusters são inerentes a todos os estudos, independentemente do seu foco.

A seguinte definição de cluster parece ser a mais apropriada, centrada na interação dos participantes, ou seja,

“um cluster é um conjunto de organizações e instituições que interagem num determinado campo de atividade, competição e cooperação, o que leva a um aumento da competitividade de cada um deles devido a fatores como a eficiência agregada (ou troca de conhecimento e informação e efeitos de rede), formação e economias de escala” (Kolesnikov e Khazaliya, 2016). O aspecto mais importante do cluster projetado é a componente inovadora e a compreensão do cluster como uma forma de “modernização da economia do território e um fator de sua competitividade sustentável” (Komov e Yakovenko, 2016).

As conexões entre os elementos do sistema (nesse caso, o cluster) são a memória que o passado do sistema armazena (Thurner et al., 2018). A atratividade do cluster e a tecnologia utilizada nele levam à acumulação de um número crítico de participantes (Arthur, 1994). Como resultado, o nível de demanda aumenta (Luhás et al., 2019; Safarzyńska e van den Bergh, 2010) e a padronização dos modelos de negócio continua dentro do cluster. A inércia no desenvolvimento do cluster também aumenta quando se entra nos mercados estrangeiros (Kallis e Norgaard, 2010). A inércia (em oposição à inovação) é entendida como a ausência de mudanças qualitativas nos produtos e tecnologias do cluster, a atenuação da ocorrência de inovação, a diminuição do efeito sinérgico da cooperação e a queda da eficiência até o colapso da interação do cluster. Como observado em Perkins (2003), o aumento da intensidade dos laços de cooperação em um determinado nível impedirá a introdução de novas tecnologias. O mecanismo de bloqueio tecnológico da diversificação da produção também se verifica (Luhás et al., 2019; Perkins, 2003).

No decurso do estudo do desenvolvimento dos clusters (Vasilieva et al., 2017; Kozhukhov, et al., 2017; Mantsaeva e Delikova, 2016; Rezanov, 2016; Smorodinskaya, 2014; Balland, et al., 2018; Ketels et al., 2012; Luhás et al., 2019; Østergaard e Park, 2015), uma conclusão foi tirada em relação ao foco setorial dos laços de cooperação. Se o cluster é formado por empresas de indústrias relacionadas, então ele estimula a inovação nas empresas do cluster e o crescimento da produtividade na região, enquanto no caso de especialização industrial estreita, a produtividade nas empresas do cluster aumenta, mas a inovação é bloqueada (Aarstad et al., 2016). Vários outros estudos (Cooke, 2012a; 2012b; European Commission, 2014) confirmam o fato de que “a especialização funciona contra a inovação”. Observa-se que o conteúdo das interações cooperativas deve incluir, em um grau ou em outro, o intercâmbio de conhecimentos (Li, 2018) entre os participantes do cluster e as partes interessadas externas.

Como demonstrado pela análise do caso, o interesse prático pelos clusters deve-se tanto à expansão do seu apoio das autoridades nacionais e regionais, como ao seu papel

econômico como motores da competitividade, da inovação e do crescimento econômico. (Haviernikova et al., 2016; Páuna, 2015). As principais características do cluster, juntamente com a concentração das operações em uma área limitada e atividade inovadora, são reconhecidas como a existência de laços estáveis entre os participantes nas interações cooperativas. Atingir o objetivo de atualizar a estrutura territorial e setorial do complexo industrial madeireiro, introduzindo novas tecnologias de economia de recursos e reciclagem (Mokhiev et al., 2015) requer o desenvolvimento da cooperação em indústrias relacionadas, levando assim ao crescimento da importância das relações de cooperação que são externas ao cluster. São necessárias a transfusão de conhecimentos e a cooperação de conhecimentos intersetoriais.

Outro marco do cluster projetado para o processamento de resíduos deve ser a formação de uma interação quad-espiral entre sociedade, estado, ciência e negócios. Uma mesa redonda realizada em Krasnoyarsk em julho de 2019 confirmou isso, pois foram discutidas questões relacionadas com o processamento dos recursos florestais e seus resíduos. Os participantes eram representantes de todos os atores do quad-helix, incluindo os representantes do governo do Território de Krasnoyarsk, tais como o Ministério do Desenvolvimento Econômico, o Ministério da Ecologia e o Ministério da Floresta, organizações públicas (ou seja, quatro organizações ambientais e profissionais), trinta e seis entidades empresariais legais e três instituições de ensino superior. Cinco perguntas foram discutidas publicamente e catorze perguntas foram incluídas no questionário que foi emitido para cada participante da mesa redonda. Para os participantes deste evento, as questões mais interessantes são projetos conjuntos para entrar no mercado mundial e receber apoio estatal; a necessidade de interação e inovação de produtos também é reconhecida. Devido à conscientização dos participantes sobre os significativos volumes acumulados de resíduos de complexos florestais, está sendo examinada a possibilidade de introduzir modelos de fornecimento circulares (Accenture, 2014) e restaurar recursos, utilizando o potencial das florestas sujeitas a incêndios e pragas.

Independentemente da estrutura de agrupamento, o fluxo de conhecimento e informação é um elemento essencial na cooperação das estruturas de agrupamento e dos elementos de agrupamento. O fator informação é entendido de forma bastante ampla, incluindo a comunicação informal entre os membros dos clusters (Vatne, 2011). O grau de ligação dos membros do cluster e o nível de laços de cooperação externa são estimados pelo número de contatos por ano (Balland et al., 2018). A frequência de contatos de gestores de clusters na Europa com outras pessoas em vários setores diminui na seguinte ordem: outros membros do cluster, agências governamentais, institutos de pesquisa, organizações educacionais, outros clusters, mercados internacionais e instituições financeiras.

Os resultados do levantamento dos potenciais participantes do cluster de reciclagem de resíduos mostraram um quadro diferente. Eles mostraram a maior importância dos contatos com instituições financeiras e empresas estrangeiras, e a menor importância dos contatos com organizações educacionais e científicas e outros clusters. Uma avaliação da frequência de contatos informais dentro de um cluster (uma vez a cada dois ou três meses) é de particular valor na fase de formação do cluster e pode ser um indicador da motivação dos membros do cluster. Quanto à interação entre empresas, é dada preferência às relações de propriedade e considerações tecnológicas, mais do que a arranjos relacionais. Há também a falta de compreensão da importância dos contatos com organizações educacionais e científicas, com outros clusters e com o público. Ainda menos valiosas são as relações com a sociedade.

Também durante o inquérito, foram entrevistados 87 gestores/assistentes de empresas e foi revelada uma lista de obstáculos à cooperação. Com base na lista, os obstáculos foram classificados usando comparações em pares; os resultados são apresentados na Tabela 1. As comparações em pares dos obstáculos à cooperação foram realizadas numa escala de 5 pontos, onde 5 (1/5) pontos são respectivamente o maior (menor) significado do obstáculo, 4 (1/4) pontos têm um significado significativamente diferente de obstáculos, 3 (1/3) pontos têm um significado consequentemente alto (baixo) de um obstáculo, 2 (1/2) pontos têm um significado insignificamente diferente de obstáculos e 1 ponto, no qual o significado de dois obstáculos é igual. Em seguida, a matriz foi transformada em normalizada, foram determinadas matrizes médias para cada obstáculo, somadas por estimativas de 10 especialistas, e as fileiras foram determinadas com base nisso.

Em conclusão, os quad-espinais da interação inovadora ainda não estão formados. Ao comparar os resultados do questionário dos participantes do cluster, da pesquisa pública e da comunidade de especialistas, pode-se argumentar que as interações entre pares são depuradas apenas em pares como “sociedade e estado”, “estado e educação” e “município, como representante do interesse da comunidade local nos negócios”. As ideias das empresas, governo, ciência e público em geral sobre as direções de desenvolvimento do processamento de resíduos florestais podem diferir significativamente. Isso aumenta a importância da gestão da cooperação no cluster, que pode ser realizada com base na avaliação da intensidade da cooperação do cluster.

Na prática, um coeficiente de cooperação é utilizado para avaliar as interações de cooperação em um cluster. Ele mostra o volume de produtos semiacabados, componentes, etc., recebido do exterior, aos custos totais da empresa para a fabricação de produtos comercializáveis. Entretanto, para uma avaliação mais precisa da situação

no cluster, propõe-se utilizar o indicador integral de cooperação (Ki.i.c), combinando vários critérios de cooperação, incluindo uma parcela do custo de produção, parcela de custos, parcela de empregos, parcela de propriedade intelectual e parcela de investimentos de capital fixo utilizados no âmbito do cluster. A lista de indicadores é determinada pela necessidade de harmonizar os interesses dos participantes na cooperação externa e interna do cluster e reflete a necessidade de fornecimentos circulares (indicadores nº 1 e 2), aumento da sustentabilidade do emprego (nº 3), difusão do conhecimento (nº 4) e acumulação de recursos de investimento dentro do cluster (nº 5). Os pesos refletirão as especificidades das metas/obstáculos ao desenvolvimento do cluster, que podem mudar com o tempo. Uma vez que as metas são indefinidas na fase de criação do cluster, o nível de coeficientes de ponderação foi determinado com base em pontos de importância de obstáculos previamente obtidos como critérios, com o envolvimento dos mesmos especialistas. Os dados totais para o cálculo do indicador integral são apresentados na Tabela 2.

**Tabela 1.** A classificação dos obstáculos à cooperação em um cluster (dados de 10 especialistas<sup>a</sup>)

Ran-king	Obstáculos à cooperação	Ran-king	Obstáculos à cooperação
1	falta de experiência	8	falta de vínculo entre instituições
2	elevados custos de coordenação	9	discrepâncias na determinação dos parâmetros do projeto de interação
3	desajuste tecnológico de potenciais parceiros	10	dificuldades de informação para encontrar parceiros
4	falta de infraestrutura adequada	11	falta de interesse na cooperação
5	constrangimentos financeiros	12	distâncias significativas
6	relação de concorrência	13	possíveis riscos de reputação
7	riscos de divulgação de know-how	14	problemas de sincronização

<sup>a</sup> Scientists and teachers of Krasnoyarsk universities were involved as experts

O cálculo do indicador de cooperação é feito multiplicando a gravidade específica do indicador correspondente e o seu valor individual para as empresas com a sua posterior adição (equação 1):

$$Ki.i.c = \sum_{i=1}^5 W_i \times K_i \quad (1)$$

onde  $W_i$  – peso indicador;

$K_i$  –  $i$ - indicador utilizado nos cálculos.

Os indicadores apresentados não contradizem os requisitos atualizados da legislação da Federação Russa (Governo da Federação Russa, 2016b). Eles foram estabelecidos a fim de fornecer apoio estatal aos clusters, permitindo a avaliação não só da indústria, mas também da cooperação inovadora baseada no conhecimento. O cálculo dos indicadores 1 e 2 não é realizado para todos os participantes na cooperação, mas tendo em conta a posição do participante na cadeia de valor (ou seja, a escolha e o peso dos indicadores 1 e 2).

#### 4. DISCUSSÃO

Resumindo as características da política de cluster que permitem estimular a inovação e a renovação regional (Njøs e Jakobsen, 2016), observa-se que ela deve apoiar o desenvolvimento da cooperação externa e interna do cluster, o influxo de novos conhecimentos, a prestação de serviços empresariais especializados e a criação de infraestrutura para a inovação coletiva, bem como as cadeias de valor de localização regional (Fløysand et al., 2012). Há uma opinião de que a avaliação da conectividade em cluster é necessária na sua escala local (em oposição à global) (Rezanov, 2016). Na opinião destes autores, a necessidade de avaliar o nível de cooperação é inerente a qualquer tipo de cluster; as diferenças estão nas abordagens utilizadas e na informação disponível.

O nível normativo do indicador de cooperação pode variar de acordo com a orientação e a estratégia de desenvolvimento do cluster. O valor do indicador 0,4-0,6 corresponde à estratégia de especialização, situação em que o objetivo principal é aproveitar as economias de escala e reduzir os custos de produção de uma gama limitada de produtos. No processo de evolução do cluster, as metas mudarão; a diversificação de produtos através da inovação será uma prioridade. Neste caso, o nível de cooperação deve ser de 0,2-0,4, e o seu nível real deve ser calculado de acordo com as recomendações metodológicas (Abashkin et al., 2017). Sobre a participação dos membros do cluster no abastecimento mútuo nos clusters florestais formados, as médias são de 0,15-0,2 (Governo da Federação Russa, 2016a) na região de Tomsk - 0,26 (Kozhukhov et al., 2017). Assim, as condições prevaletentes para a interação dos participantes do cluster florestal apoiam uma estratégia de diversificação, fragmentação da oferta de bens e a introdução de novas tecnologias.

O estudo analisou as atividades de 87 empresas madeireiras de Yenisei Sibéria, que poderiam potencialmente formar a base de clusters na indústria madeireira. O cálculo do indicador de cooperação integral proposto foi elaborado, seu nível igual a 0,23 apoia a formação do cluster.

Naturalmente, a necessidade de ferramentas analíticas não se limita à avaliação do nível de cooperação. Por isso,

**Tabela 2.** Indicadores para o cálculo da intensidade da cooperação em cluster

Indicadores	A fórmula de cálculo do indicador	Pesos
1. O indicador de quota de produção ( $K_{\text{produto}}$ ) <sup>a</sup>	$K_{\text{produto}} = V_{\text{fc. produto}} / V_{\text{total produto}}$ <p><math>V_{\text{fc. produto}}</math> – o volume de produtos industriais, matérias-primas, materiais e componentes, trabalhos e serviços de natureza produtiva, produzidos/executados por membros do cluster industrial e utilizados por outros participantes;</p> <p><math>V_{\text{total produto}}</math> - volume total de produtos e serviços comercializáveis dos integrantes do cluster.</p>	0,30
2. Indicador de participação de custos ( $K_{\text{custos}}$ ) <sup>b</sup>	$K_{\text{custos}} = V_{\text{fc. custos}} / V_{\text{total custos}}$ <p><math>V_{\text{fc. custos}}</math> – volume de custos para produtos industriais, matérias-primas, materiais e componentes, trabalhos e serviços de natureza produtiva, adquiridos junto aos membros do cluster;</p> <p><math>V_{\text{total}}</math> de custos - custo total dos membros do cluster.</p>	0,25
3. Quota de empregos ( $K_{\text{locais de trabalho}}$ )	$K_{\text{locais de trabalho}} = N_{\text{fc. locais de trabalho}} / N_{\text{total, locais de trabalho}}$ <p><math>N_{\text{fc. locais de trabalho}}</math> – o número de locais de trabalho no âmbito do cluster industrial;</p> <p><math>N_{\text{total, locais de trabalho}}</math> – número total de empregos nas empresas do cluster.</p>	0,20
4. Propriedade intelectual ( $K_{\text{propriedade intelectual}}$ )	$K_{\text{propriedade intelectual}} = N_{\text{fc. propriedade intelectual}} / N_{\text{total Propriedade intelectual}}$ <p><math>N_{\text{fc. propriedade intelectual}}</math> – o número de patentes e certificados de propriedade intelectual utilizados pelos participantes no âmbito do cluster industrial;</p> <p><math>N_{\text{fc. propriedade intelectual}}</math> – número total de patentes e certificados de propriedade intelectual utilizados pelos membros do cluster.</p>	0,15
5. proporção de investimento ( $K_{\text{invest}}$ )	$K_{\text{invest}} = V_{\text{fc. invest}} / V_{\text{total invest}}$ <p><math>V_{\text{fc. invest}}</math> – volume de investimentos em ativos fixos no âmbito do cluster industrial;</p> <p><math>V_{\text{total invest}}</math> – investimento total em ativos fixos das empresas do cluster</p>	0,10

<sup>a</sup> Para os participantes que não realizam a produção final de produtos industriais.

<sup>b</sup> Para os participantes envolvidos na produção final de produtos industriais (Governo da Federação Russa, 2016a; 2016b).

em Mantsaeva e Delikova (2016), foi proposto um sistema de indicadores para avaliar as perspectivas de formação de clusters na região, com uma divisão em quantitativos e qualitativos. O conjunto de indicadores é determinado pelas propriedades das estruturas de cluster e permite não só avaliar a possibilidade de formação de clusters, mas também “monitorizar o estado do cluster numa determinada fase de desenvolvimento” (Mantsaeva e Delikova, 2016).

Em consonância com a necessidade de estudar a evolução do cluster, acredita-se que a lista de indicadores quantitativos, juntamente com a proximidade territorial, eficiência da indústria para a economia regional, atividade inovadora e oportunidades de exportação, também deve incluir uma medida quantitativa da intensidade dos laços cooperativos. Como observado em Vasilieva et al. (2017), “a cooperação entre empresas (...) é desenvolvida ao longo de toda a cadeia de valor com base em formas competitivas, e não na integração no âmbito de uma única propriedade, e é acompanhada por uma “indefinição” dos limites das empresas”, o que, por sua vez, complica o estudo do fenômeno das conexões cooperativas.

A percepção dos riscos acompanha a cooperação em cluster e, em muitos aspectos, deprecia as iniciativas de cluster aos olhos dos potenciais participantes. É necessária uma compreensão em termos das causas dos fenômenos de crise nos clusters. Assim, Østergaard C. R. e Park E. veem as razões para o declínio do atraso tecnológico dos clusters e a saída das principais empresas do cluster (Østergaard e Park, 2015). O bloqueio tecnológico (Perkins, 2003) ocorre frequentemente com um nível de cooperação excessivamente elevado, que continua a ser avaliado, e a produção das empresas-âncora do cluster deve-se muitas vezes a um baixo nível de cooperação. A compreensão do grau de codependência dos membros do cluster através de uma avaliação do nível de cooperação nos permitirá prever um declínio, e até mesmo preveni-lo com um aumento da intensidade e diversidade da cooperação.

Em geral, os resultados deste estudo são confirmados pelo trabalho realizado pelo Ministério do Desenvolvimento Econômico da Federação Russa, pela Russian Venture Company e pela Escola de Ensino Médio de Economia Superior sobre questões de política de clusters. Estas instituições de

desenvolvimento concluíram que, ao avaliar a atividade dos clusters, é necessário utilizar indicadores quantitativos de laços de cooperação (Abashkin et al., 2017).

## 5. CONCLUSÃO

A metodologia proposta para avaliar o nível de desenvolvimento de mecanismos de cooperação em um cluster de reciclagem de resíduos florestais permite que uma organização especializada em clusters tome decisões de gestão informadas para aumentar a eficácia do cluster, i.e. a formação do conjunto de participantes em torno do produto e a seleção dos portadores do recurso matéria-prima. A metodologia permite não só gerir as atividades do cluster com base nos dados analíticos obtidos, mas também formular uma previsão para o seu desenvolvimento, bem como avaliar a possibilidade de “gargalos” na cadeia tecnológica do cluster.

Para manter o equilíbrio entre inovação e sustentabilidade da interação dos clusters, são necessários mecanismos integrados para aumentar a atividade de inovação, que de uma forma ou de outra são determinados pelo nível de cooperação. Um baixo nível de cooperação limita a viabilidade das ideias inovadoras, que é demasiadamente elevado, e cria o efeito de bloqueio tecnológico. Note-se que, na ausência de um tipo de “conhecimento” de cooperação entre os membros do cluster, o cenário mais provável para o desenvolvimento do complexo florestal lenisei siberiano está associado à modernização e reprodução do atraso tecnológico da indústria, o que não permitirá resolver os problemas ambientais e sociais específicos do cluster.

A utilização do indicador integral proposto para avaliar a intensidade dos laços de cooperação tem certas limitações associadas à justificação dos coeficientes de peso. Neste trabalho, a lógica está baseada em critérios para superar obstáculos ao desenvolvimento da cooperação; para os clusters formados, as estimativas de especialistas em coeficientes de peso devem estar baseadas nos critérios dos objetivos de interação dos clusters.

## REFERÊNCIAS

Aarstad, J., Kvitastein, O. A., Jakobsen, S.-E. 2016. Related and unrelated variety as regional drivers of enterprise productivity and innovation: A multilevel study. *Research Policy* 45, 844-856. doi:10.1016/j.respol.2016.01.013

Abashkin, V. L., Artemov, S. V., Islankina, Ye. A., Kutsenko, Ye. S., Tsukanov, D. G. 2017. *Metodicheskiye materialy po sozdaniyu promyshlennykh klasterov* [Creating industrial clusters: methodological materials]. Moscow: Higher School of Economics. (in Russian)

Accenture. 2014. Circular advantage: Innovative business models and technologies to create value in a world without limits to growth. Retrieved from [https://www.accenture.com/t20150523t053139\\_w\\_/us-en/\\_acnmedia/accenture/conversion-assets/dotcom/documents/global/pdf/strategy\\_6/accenture-circular-advantage-innovative-business-models-technologies-value-growth.pdf](https://www.accenture.com/t20150523t053139_w_/us-en/_acnmedia/accenture/conversion-assets/dotcom/documents/global/pdf/strategy_6/accenture-circular-advantage-innovative-business-models-technologies-value-growth.pdf)

Arthur, W. 1994. *Increasing returns and path dependence in the economy*. Ann Arbor, MI, USA: University of Michigan Press. doi:10.3998/mpub.10029

Balland, P.-A., Boschma, R., Crespo, J., Rigby, D. L. 2018. Smart specialization policy in the European Union: relatedness, knowledge complexity and regional diversification. *Regional Studies* 53, 1252-1268. doi:10.1080/00343404.2018.1437900

Carayannis, E., Grigoroudis, E. 2016. Chetyrekhzvennaya spiral' innovatsiy i «Umnaya spetsializatsiya»: proizvodstvo znaniy i natsional'naya konkurentosposobnost' [Quadruple innovation helix and smart specialization: knowledge production and national competitiveness]. *Foresight and STI Governance* 10, 31-42. doi:10.17323/1995-459x.2016.1.31.42 (in Russian)

Chernova, Zh. B. 2014. Analiz nauchnykh podkhodov k ekonomicheskoy prirode klastera [Analysis of scientific approaches to the economic nature of a cluster]. *On-Line Journal "Naukovedenie"* 6. doi:10.15862/167evn614 (in Russian)

Cooke, P. 2012a. *Complex adaptive innovation systems*. London: Routledge doi:10.4324/9780203126615

Cooke, P. 2012b. Transversality and transition: green innovation and new regional path creation. *European Planning Studies* 20, 817-834. doi:10.1080/09654313.2012.667927

Ellen MacArthur Foundation. 2012. *Towards the Circular Economy, Vol. 1: an economic and business rationale for an accelerated transition*. Cowes, UK: Ellen MacArthur Foundation. Retrieved from <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/Publications>

Ellen MacArthur Foundation. 2015. *Delivering the circular economy: A toolkit for policymakers*. Cowes, UK: Ellen MacArthur Foundation. Retrieved from <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/Publications>

European Commission. 2014. The new rules and legislation governing the next round of EU Cohesion Policy investment for 2014-2020 have been formally endorsed by the Council of the European Union in December 2013. Retrieved from [https://ec.europa.eu/regional\\_policy/sources/docgener/informat/2014/community\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/informat/2014/community_en.pdf)

Fløysand, A., Jakobsen, S.-E., Bjarnar, O. 2012. The dynamism of clustering: Interweaving material and discursive processes. *Geoforum* 43, 948-958. doi:10.1016/j.geoforum.2012.05.002

Haviernikova, K., Okręglicka, M., Lemańska-Majdzik, A. 2016. Cluster cooperation and risk level in small and medium-sized

- enterprises. *Polish Journal of Management Studies* 14, 82-92. doi:10.17512/pjms.2016.14.2.08
- Kallis, G., Norgaard, R. B. 2010. Coevolutionary ecological economics. *Ecological Economics* 69, 690-699. doi:10.1016/j.ecolecon.2009.09.017
- Ketels, C., Lindqvist, G., Sölvell, Ö. 2012. Strengthening clusters and competitiveness in Europe: The Role of Cluster Organisations. The Cluster Observatory, October. Retrieved from <https://www.clusterportal-bw.de/downloads/publikation/Publikationen/download/dokument/strengthening-clusters-and-competitiveness-in-europe/>
- Kleiner, G. B., Kachalov, R. M., Nagrydnaya, N. B. 2008. Strategiya razvitiya klasterov: Formirovaniye terminologii [Cluster strategy synthesis based on system integration theory]. *Nauka. Sintez strategii klastera na osnove sistemno-integratsionnoy teorii [Science. Education. Innovations]* 7, 9-39. (in Russian)
- Kolesnikov, A. M., Khazaliya, N. A. 2016. Analiz evolyutsii ponyatiya «Klaster». Podkhody k klassifikatsii [“Cluster” concept evolution analysis. Approaches to classification]. *Nauchnyy zhurnal NIU ITMO. Seriya “Ekonomika i ekologicheskiy menedzhment” [Scientific journal NRU ITMO. Series “Economics and Environmental Management”]* 4, 19-25. (in Russian)
- Komov, I. V., Yakovenko, N. V. 2016. «Klaster» kakslozhnayaorganizatsionno-ekonomicheskayasistema: podkhody k definitsii ponyatiya [“Cluster” as a complex organizational and economic system: approaches to the definition of a concept]. *IzvestiyaTulGU. NaukioZemle [News of Tula State University. Earth sciences]* 1, 188-196. (in Russian)
- Kostenko, O. V. 2016. Business development strategies by participating in the cluster: search of destinations of cooperation and collaboration. *Fundamental’nyye issledovaniya [Fundamental Research]* 3(9), 601-606. doi:10.17513/fr.40791 (in Russian)
- Kozhukhov, N. I., Kozhemyako, N. P., Fitchin, A. A. 2017. Kontseptual’nyye podkhody k formirovaniyu lesopromyshlennykh klasterov v Rossii [Conceptual approaches to the formation of forestry clusters in Russia]. *Lesotekhnicheskii zhurnal [Forestry Journal]* 3(27). (in Russian)
- Lacy, P., Rutqvist, J. 2015. The Product as a Service Business Model: Performance over Ownership. *Waste to Wealth*, 99-114. doi:10.1057/9781137530707\_8
- Li, P. 2018. A tale of two clusters: knowledge and emergence. *Entrepreneurship & Regional Development* 30, 822-847. doi:10.1080/08985626.2018.1462857
- Luhás, J., Mikkilä, M., Uusitalo, V., Linnanen, L. 2019. Product Diversification in Sustainability Transition: The Forest-Based Bioeconomy in Finland. *Sustainability* 11, 3293. doi:10.3390/su11123293
- Mantsaeva, A. A., Delikova, T. G. 2016. The system of indicators for regional cluster formation assessment. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies* 4, 476-483. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-476-483 (in Russian)
- Martin, R. 2011. Regional economic resilience, hysteresis and recessionary shocks. *Journal of Economic Geography* 12, 1-32. doi:10.1093/jeg/lbr019
- Melnikova, E. V., Bezrukikh, Y. A. 2017b. Business model of industrial enterprise: sustainability assessment. In *Proceedings of the 30th international business information management association conference (IBIMA 2017) “Vision 2020: sustainable economic development, innovation management, and global growth”* (pp. 2988-3001), Madrid, Spain.
- Melnikova, E. V., Bezrukikh, Yu. A. 2017a. Ustoychivost’ biznes-modeli v upravlenii promyshlennym predpriyatiem [The sustainability of the business model in the management of an industrial enterprise]. *Ekonomika i Menedzhment Sistem Upravleniya [Economics and Management Systems Management]* 24, 216-221. (in Russian)
- Mokhired, A. P., Bezrukikh, Y. A., & Medvedev, S. O. 2015. Pererabotka drevesnykh otkhodov predpriyatij lesopromyshlennogo kompleksa kak faktor ustoychivogo prirodopol’zovaniya [Processing of wood waste from forestry enterprises as a factor in sustainable nature management]. *Engineering Journal of the Don* 36, 81. (in Russian)
- Njøs, R., Jakobsen, S.-E. 2016. Cluster policy and regional development: scale, scope and renewal. *Regional Studies, Regional Science* 3, 146-169. doi:10.1080/21681376.2015.1138094
- Østergaard, C. R., Park, E. 2015. What makes clusters decline? A study on disruption and evolution of a high-tech cluster in Denmark. *Regional Studies*, 49, 834-849. doi:10.1080/00343404.2015.1015975
- Păuna, C. B. 2015. Cross-sectoral cooperation vs. cluster development at European level. *Procedia Economics and Finance*, 22, 175-183. doi:10.1016/s2212-5671(15)00255-5
- Perkins, R. 2003. Technological «Lock-In». In *International Society for Ecological Economics Internet Encyclopaedia of Ecological Economics*. Boston, MA, USA: International Society for Ecological Economics.
- Rezanov, K. V. 2016. Lokal’naya klaster’naya model’ lesnogo kompleksa: tseny mnogoselevogo lesopol’zovaniya i zontichnaya struktura kak yeye dominanty [Local cluster model of the forest complex: centers of multi-purpose forest management and umbrella structure as its dominants]. *Russian Journal of Entrepreneurship* 17, 451-472. doi:10.18334/rp.17.4.34962 (in Russian)
- Roos, G. 2014. Business model innovation to create and capture resource value in future Circular Material Chains. *Resources* 3, 248-274. doi:10.3390/resources3010248

- Rubinskaya, A. V., Bezrukikh, Yu. A., & Melnikova, E. V. 2016. Retsikling kak sposob effektivnogo ispol'zovaniya resursov promyshlennogo predpriyatiya [Recycling as a way to efficiently use the resources of an industrial enterprise]. *Rossiyskiy Ekonomicheskiy Internet-Zhurnal [Russian Economic Online Journal]* 4, 55. (in Russian)
- Safarzyńska, K., & van den Bergh, J. C. J. M. 2010. Demand-supply coevolution with multiple increasing returns: Policy analysis for unlocking and system transitions. *Technological Forecasting and Social Change* 77, 297-317. doi:10.1016/j.techfore.2009.07.001
- Sauvé, S., Bernard, S., Sloan, P. 2016. Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research. *Environmental Development* 17, 48-56. doi:10.1016/j.envdev.2015.09.002
- Schroeder, P., Anggraeni, K., & Weber, U. 2018. The relevance of circular economy practices to the sustainable development goals. *Journal of Industrial Ecology* 23, 77-95. doi:10.1111/jiec.12732
- Shestak, V. P., Tyutyunnik, I. G. 2017. Financial and legal support of innovative activity. *Finance: Theory and Practice* 21, 118-127. doi:10.26794/2587-5671-2017-21-6-118-127
- Smorodinskaya, N. V. 2011. Troynaya spiral' kak novaya matritsa ekonomicheskikh sistem [The triple helix as a new matrix of economic systems]. *Innovations* 4, 66-78. (in Russian)
- Smorodinskaya, N. V. 2014. Territorial'nyye innovatsionnyye klastery: mirovyeye oriyentiry i rossiyskiye realii [Regional innovation clusters: global guidelines and Russian realities]. *Proceeding of the XIV April international scientific conference on the problems of economic and social development* (pp. 389-402). (in Russian)
- The Government of the Russian Federation. 2016a. Requirement changes for industrial clusters and specialized organizations of industrial clusters. Retrieved from <http://m.government.ru/docs/24683/> (in Russian)
- The Government of the Russian Federation. 2016b. Decree of the Government of the Russian Federation "On Industrial Clusters and Specialized Organizations of Industrial Clusters" dated July 31st, 2015 No. 779, redactions of September 26th, 2016 No. 963).
- Turner, S., Klimek, P., Hanel, R. 2018. Introduction to the theory of complex systems. Oxford, UK: Oxford University Press. doi:10.1093/oso/9780198821939.001.0001
- Tripl, M., Grillitsch, M., Isaksen, A., Sinozic, T. 2015. Perspectives on cluster evolution: critical review and future research issues. *European Planning Studies* 23, 2028-2044. doi:10.1080/09654313.2014.999450
- Vasilieva, Z. A., Likhachev, T. P., Filimonenko, I. V. 2017. Otsenka bazovykh predposylok i potentsiala razvitiya klasterov v ekonomike resursno-syr'yevogo regiona [Assessment of the basic prerequisites and potential for the development of clusters in the economy of the resource-based region]. *Nauchno-tekhnicheskiye Vedomosti Sankt-Peterburgskogo Gosudarstvennogo Politekhnicheskogo Universiteta. Ekonomicheskiye Nauki [Scientific and Technical Statements of St. Petersburg State Polytechnic University. Economic Science]* 10, 55-69. (in Russian)
- Vatne, E. 2011. Regional agglomeration and growth: The classical approach. In P. Cooke, B. Asheim, R. Boschma, R. Martin, D. Schwartz, & F. Tödtling (Eds.), *Handbook of regional innovation and growth* (pp. 54-67). Cheltenham: Edward Elgar.

## FINANCIAMENTO

Esse estudo foi financiado pelo Krasnoyarsk Regional Fund for the Support of Science and Scientific and Technical Activities in the framework of the scientific project "Cluster Formation Concept for the Forestry Wastes Processing in the Yenisei Siberia for the Period Until 2030. Aplicação No. 2019051795120, contrato No. 09/19 of 07/12/2019.

**Recebido:** 17 fev. 2020

**Aprovado:** 17 fev. 2020

**DOI:** 10.20985/1980-5160.2020.v15n1.1620

**Como citar:** Melnikova, E.V., Zelenskaya, T.V., Prokhorov, V.V. et al. (2020), Avaliação dos mecanismos de cooperação de cluster para o processamento de resíduos do Complexo Florestal da Sibéria, *Revista S&G* 15, No. 1, 70-79. <https://revistasg.emnuvens.com.br/sg/article/view/1620>