EVENTO ON-LINE
ConBRepro
XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
02 a 04 de dezembro de 2026
Inovação e Transformação Digital como Estratégia Competitiva nas Engenharias

Transformação digital: processos decisórios na alocação entre inteligência artificial e atuação humana na recuperação de crédito

Felipe Augusto dos Santos Borges
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas - UTFPR
Mateus Lázaro Matos de Souza
Programa de Graduação em Engenharia de Produção - UFPR
Samara Menzen Casagrande
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas - UTFPR
Eduardo de Freitas Rocha Loures
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas - PUCPR
Dalmarino Setti
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas - UTFPR

Resumo: A transformação digital em serviços envolve decisões sobre a distribuição de atividades entre automação e atuação humana. Este artigo analisa o desempenho de uma rota autônoma e de outra com atuação humana em uma operação de recuperação de crédito apoiada por inteligência artificial conversacional, considerando suas implicações para os processos decisórios de alocação de tarefas. A pesquisa é aplicada, quantitativa e descritiva, conduzida como estudo de caso único com dados mensais agregados de dezembro de 2025 a junho de 2026. Foram analisados 51.996.151 disparos por Rich Communication Services (RCS), 296.772 retornos ao WhatsApp, 183.832 jornadas com identidade confirmada, 18.586 acordos e 6.278 pagamentos. A participação da rota autônoma nas jornadas qualificadas caiu de 64,8% para 45,2%, e sua conversão em acordos apresentou coeficiente de variação de 57,7%, ante 15,8% na rota humana. Esta respondeu por 65,3% dos acordos e 58,7% dos pagamentos, enquanto a rota autônoma concentrou 67,8% do valor pago. Os resultados mostram que a configuração híbrida não constitui uma divisão estática do trabalho. O transbordo para operadores contribuiu para a continuidade e estabilidade do sistema diante das oscilações da automação, que preservou contribuição econômica relevante. Teoricamente, o estudo caracteriza a colaboração entre humanos e IA como problema de alocação dinâmica de tarefas. Gerencialmente, demonstra que decisões sobre automação e atuação humana requerem monitoramento de volume, conversão, pagamentos e valor por rota e período. Por utilizar dados observacionais e agregados, os resultados indicam associações operacionais, não relações causais.

Palavras-chave: *Transformação digital; Inteligência artificial; Colaboração humano-IA; Recuperação de crédito; Processo de decisão.*

Digital Transformation: Decision-Making Processes in Task Allocation Between Artificial Intelligence and Human Agents in Debt Collection

Abstract: Digital transformation in services requires decisions about allocating activities between automation and human intervention. This article examines the performance of an AI-only route and a human-assisted route in a debt collection operation supported by conversational artificial intelligence, focusing on task-allocation decisions. This applied, quantitative, descriptive single-case

study uses aggregated monthly data from December 2025 to June 2026. It covers 51,996,151 messages sent via Rich Communication Services (RCS), 296,772 unique customers who initiated WhatsApp conversations, 183,832 journeys with verified identities, 18,586 settlement agreements, and 6,278 payments. The AI-only route's share of qualified journeys fell from 64.8% to 45.2%, while its agreement conversion rate showed a coefficient of variation of 57.7%, compared with 15.8% for the human-assisted route. The latter accounted for 65.3% of agreements and 58.7% of payments, whereas the AI-only route accounted for 67.8% of the total amount paid. The findings show that the hybrid configuration is not a static division of labor. Handoffs to human agents supported continuity and stability amid fluctuations in automated performance, while the AI-only route maintained a substantial economic contribution. Theoretically, the study frames human–AI collaboration as a dynamic task-allocation problem. Managerially, it shows that decisions on automation and human intervention require monitoring volume, conversion, payments, and monetary value by route and period. Because the data are observational and aggregated, the findings indicate operational associations rather than causal relationships.

Keywords: *Digital transformation; Artificial intelligence; Human-AI collaboration; Debt collection; Decision process.*

1. Introdução

A inteligência artificial passou a executar atividades que antes dependiam integralmente de intervenção humana em processos de atendimento, como identificação de demandas, consulta a sistemas, apresentação de alternativas e registro de solicitações. De modo geral, as tecnologias digitais podem ampliar a automação, tornar os processos mais eficientes e acelerar a tomada de decisão. Isso, entretanto, não elimina a dependência do capital humano, que permanece necessário para a resolução de problemas mais complexos (Vial, 2019). No caso estudado, falhas técnicas, solicitações não previstas, resistência do cliente e negociações que exigiam adaptação continuaram demandando a transferência do atendimento para operadores humanos.

A literatura descreve essas configurações como agentes híbridos de serviço, nos quais inteligência artificial e trabalhadores atuam por meio de uma mesma interface, dividindo tarefas ao longo da interação (Gnewuch *et al*., 2024). A combinação busca aproveitar a escala e a consistência da automação sem perder a capacidade humana de julgamento e adaptação. Essa divisão, contudo, não permanece necessariamente constante depois da implantação. Alterações no perfil das demandas, nas regras do sistema, nas campanhas de contato e no comportamento dos clientes podem modificar a proporção de casos concluídos automaticamente e o volume transferido para operadores.

Evidências empíricas recentes mostram resultados relevantes da inteligência artificial em atendimento, mas também indicam heterogeneidade. Brynjolfsson, Li e Raymond (2025) encontraram aumento médio de 15% na produtividade de agentes apoiados por inteligência artificial generativa, com efeitos distintos conforme experiência e habilidade. Em um experimento em uma central de atendimento, Wang *et al*. (2023) observaram redução persistente de reclamações, mas verificaram que falhas de reconhecimento aumentavam a procura por atendimento humano. Gnewuch *et al*. (2024), por sua vez, demonstraram que características da interação com agentes híbridos podem elevar a carga de trabalho dos empregados ao aumentar a necessidade de delegação ao humano.

Esses estudos evidenciam que o valor operacional da inteligência artificial não pode ser avaliado apenas pelo volume automatizado. É necessário observar como os casos se distribuem entre as rotas, com quais taxas de conversão e em que medida os resultados se sustentam ao longo do tempo. Mariani, Hashemi e Wirtz (2023) mostram o crescimento da pesquisa sobre agentes conversacionais, com ênfase em confiança, comunicação, desenvolvimento tecnológico e criação de valor. Permanece relevante ampliar a evidência

sobre o comportamento de fluxos híbridos em contextos organizacionais reais, principalmente quando a inteligência artificial executa ações e decisões.

Essa questão é particularmente importante no cenário de recuperação de crédito. A operação registra altos volumes de contatos com diferentes clientes, confirmação de identidade, acesso a condições individualizadas, apresentação de propostas, emissão de documentos e acompanhamento do pagamento. Parte dessas atividades pode ser automatizada, mas a recusa do cliente, uma falha de integração ou o encerramento da janela de atendimento podem exigir intervenção humana (Gnewuch *et a*l., 2024). O desempenho final decorre, portanto, da coordenação entre as rotas e não de uma comparação isolada entre inteligência artificial e operadores (Wang *et al*., 2023).

Este artigo responde à seguinte pergunta: como evolui a distribuição de desempenho entre a rota autônoma e a rota com atuação humana após a implantação de inteligência artificial conversacional em uma operação de recuperação de crédito? O objetivo é analisar o desempenho dessas rotas, considerando o funil de ativação digital, a conversão em acordos, a relação entre pagamentos e acordos e o valor pago. Para isso, são examinados dados mensais de dezembro de 2025 a junho de 2026.

2. Referencial Teórico

2.1 Automação e inteligência híbrida

O conceito de inteligência híbrida amplia a interpretação ao considerar sistemas nos quais capacidades humanas e artificiais são combinadas para atingir resultados que nenhuma das partes alcançaria isoladamente (Dellermann *et al*., 2019). A complementaridade depende da adequada divisão do trabalho. A inteligência artificial apresenta vantagens em escala, velocidade e tratamento consistente de situações padronizadas. Os humanos permanecem relevantes em tarefas ambíguas, excepcionais ou dependentes de julgamento contextual.

Huang e Rust (2018) relacionam a aplicação da inteligência artificial em serviços à natureza da tarefa. Atividades mecânicas e analíticas tendem a ser automatizadas antes daquelas que exigem intuição ou empatia. Essa lógica não implica que uma jornada de atendimento deva pertencer integralmente a um único recurso. Diferentes etapas podem demandar capacidades distintas, o que favorece fluxos nos quais a tecnologia inicia e executa tarefas padronizadas, enquanto os operadores assumem situações que ultrapassam os limites definidos para a automação.

A evidência de Brynjolfsson, Li e Raymond (2025) reforça a importância da complementaridade. O efeito da inteligência artificial sobre a produtividade variou entre trabalhadores e tipos de problema, com maiores ganhos para profissionais menos experientes e para situações em que o sistema dispunha de conhecimento suficiente. O resultado sugere que o desempenho não deriva apenas da presença da tecnologia, mas do ajuste entre tarefa, conhecimento disponível e forma de utilização.

2.2 Delegação e transbordo em agentes híbridos de serviço

A delegação oferece uma lente para compreender a distribuição de tarefas em sistemas híbridos. Baird e Maruping (2021) destacam que agentes de sistemas digitais podem receber responsabilidades e devolver tarefas aos usuários. Os autores organizam a delegação em mecanismos de avaliação, distribuição e coordenação. Em atendimento, esses mecanismos aparecem nas regras que determinam quais demandas a inteligência artificial pode assumir, quando uma interação deve ser transferida e como o contexto é preservado para continuidade do serviço.

Fügener *et al*. (2022) mostram que a delegação produtiva exige conhecimento sobre as capacidades relativas de pessoas e negócios. A alocação inadequada pode reduzir o

desempenho conjunto mesmo quando uma das partes apresenta bom desempenho isolado. Aplicada às operações de atendimento, essa conclusão indica que a taxa de automação não deve ser maximizada sem considerar a qualidade da conversão, a necessidade de intervenção posterior e os efeitos sobre a carga humana.

Os agentes híbridos de serviço materializam essa delegação no nível da interação. Gnewuch *et al*. (2024) definem esses agentes como combinações de *chatbots* e funcionários que funcionam de modo integrado sob uma mesma interface. Perguntas frequentes podem ser tratadas automaticamente, enquanto solicitações mais difíceis são encaminhadas aos funcionários. O estudo também mostra que o comportamento do cliente pode alterar a quantidade de casos delegados, evidenciando que a carga humana é influenciada pela própria dinâmica da interação.

Vassilakopoulou *et al*. (2023) analisaram o desenvolvimento de interações humanas com a inteligência artificial em atendimento público e destacaram que as possibilidades de uso do *chatbot* foram compreendidas gradualmente pelos agentes de serviço e pela organização. Essa aprendizagem reforça o caráter evolutivo das configurações híbridas. As regras iniciais de divisão do trabalho podem precisar de ajustes conforme surgem novas demandas, limitações e padrões de uso.

No contexto de centrais de atendimento, Wang *et al*. (2023) verificaram que a inteligência artificial de voz produziu efeitos distintos conforme a complexidade das solicitações e as falhas de reconhecimento. Quando a tecnologia não compreendia adequadamente a interação, aumentava a demanda por atendimento humano. Assim, o transbordo não deve ser interpretado apenas como falha da automação. Ele também representa um mecanismo de recuperação e continuidade que preserva a capacidade de conclusão do processo.

2.3 Avaliação do desempenho híbrido

Uma operação híbrida produz indicadores em diferentes níveis. O primeiro corresponde ao alcance e à ativação do canal, incluindo mensagens disparadas, mensagens lidas, retornos e confirmações de identidade. O segundo registra a distribuição das jornadas entre a rota autônoma e a rota com atuação humana (Gnewuch *et al*., 2024, p. 936). O terceiro representa os resultados do processo, como acordos, pagamentos e valor recuperado. A análise de apenas um desses níveis pode gerar interpretações incompletas (Verhoef *et al*., 2021, p. 895).

O aumento do volume atendido automaticamente, por exemplo, não demonstra maior efetividade se a conversão em resultado diminui. De modo semelhante, uma elevada participação humana pode decorrer tanto de regras conservadoras de roteamento quanto de dificuldades da tecnologia (Wang *et al*., 2023, p. 1002). O desempenho agregado também pode permanecer estável enquanto uma rota perde eficiência e a outra absorve maior parcela do trabalho (Gnewuch *et al*., 2024, p. 936). Por isso, a avaliação deve combinar indicadores de volume, taxa e composição (Verhoef *et al*., 2021, p. 895).

A dimensão temporal é igualmente necessária (Verhoef *et al*., 2021, p. 895). Estudos de implantação tendem a medir o efeito médio da adoção ou comparar períodos anterior e posterior. Essa abordagem é adequada para avaliar uma intervenção, mas pode ocultar mudanças que ocorrem após a estabilização inicial (Wang *et al*., 2023, p. 1002). Em sistemas conversacionais, a composição da demanda, as integrações, as políticas de contato e a resposta dos clientes podem variar mensalmente. A análise permite identificar se as rotas mantêm desempenho semelhante, se uma delas apresenta maior volatilidade e como a contribuição relativa de humanos e inteligência artificial se reorganiza.

Com base nessa literatura, o presente estudo considera três dimensões complementares: ativação digital, desempenho por rota e resultado financeiro. Essa interpretação não

pressupõe superioridade geral de humanos ou da inteligência artificial. O interesse está no desempenho conjunto e na forma como a divisão do trabalho evolui.

3. Metodologia

3.1 Delineamento da pesquisa

A pesquisa é aplicada, quantitativa e descritiva. O procedimento adotado foi o estudo de caso único longitudinal, adequado à análise aprofundada de um fenômeno contemporâneo em seu contexto organizacional (Yin, 2018). A abordagem quantitativa utiliza indicadores operacionais agregados para descrever o comportamento mensal do processo. Não se buscou estimar efeito causal da inteligência artificial, pois a distribuição das jornadas não foi aleatória e as rotas possuem regras operacionais distintas.

O caso foi conduzido em uma empresa brasileira especializada em recuperação de crédito para instituições financeiras. A organização operava tradicionalmente com contato telefônico e implantou uma jornada digital por WhatsApp conduzida por inteligência artificial conversacional.

3.2 Funcionamento do processo híbrido

A organização utilizava o sistema de gestão do relacionamento com o cliente (CRM) para selecionar clientes com sinais anteriores de interação digital, como acesso a portais, respostas no WhatsApp ou uso de *links* enviados por canais de texto. Os maiores valores de dívida permaneciam prioritariamente no fluxo de voz. A jornada analisada começava com o disparo de uma mensagem RCS (padrão de mensageria móvel que permite o envio de conteúdos interativos e multimídia) contendo um convite visual para regularização e um *link* para o WhatsApp.

Quando o cliente clicava no *link* e iniciava a conversa, o sistema solicitava a confirmação do CPF. A validação caracterizava o contato com a pessoa certa e liberava a negociação. A inteligência artificial consultava a interface de programação de aplicações, utilizada para integrar sistemas e automatizar a troca de dados (APIs) da operação, apresentava as condições de ofertas disponíveis, registrava a opção escolhida e, nos casos concluídos autonomamente, gerava e enviava o boleto pelo próprio WhatsApp.

O atendimento era transferido para um operador diante de falha de API, ou após três recusas consecutivas às propostas, ou ainda quando a negociação exigia tratamento não previsto. Também havia uma regra temporal. Se o cliente não interagisse dentro da janela de atendimento de 24 horas do WhatsApp (período contado a partir da última mensagem enviada pelo usuário e renovado a cada nova interação), uma resposta posterior era registrada como um novo atendimento e, conforme a regra de roteamento da operação, direcionada ao operador humano. Por esse motivo, um mesmo CPF podia aparecer em mais de uma jornada no mês. A Figura 1 sintetiza o fluxo operacional híbrido descrito, desde o disparo inicial do RCS até as possibilidades de conclusão autônoma ou com atuação humana.

Figura 1 – Fluxo operacional híbrido da jornada de recuperação de crédito



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Conforme apresentado na Figura 1, a jornada não seguia necessariamente um único percurso até sua conclusão. Após a ativação digital e a confirmação do cliente, o atendimento podia permanecer na rota autônoma ou ser direcionado à atuação humana, de acordo com as regras operacionais e temporais estabelecidas pela organização.

3.3 Base de dados e unidade de análise

A fonte quantitativa foi o painel operacional consolidado pela organização. Foram considerados os dados mensais de dezembro de 2025 a junho de 2026, período completo disponível em uma única estrutura de indicadores. A base registra 51.996.151 disparos de RCS, 8.434.567 leituras, 296.772 retornos ao WhatsApp e 183.832 contatos com confirmação de CPF.

A unidade de análise é a jornada de atendimento registrada pela plataforma, delimitada pela janela de 24 horas, o mesmo cliente pode originar novo registro ao responder após o encerramento da janela. Essa característica impede interpretar os totais como quantidade de indivíduos exclusivos no período e também explica a possível presença do mesmo CPF em rotas diferentes. Os indicadores utilizados para caracterizar essas jornadas e avaliar o desempenho das rotas são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Indicadores utilizados na análise

Indicador	Definição do indicador
RCS disparados	Mensagens enviadas com *link* para o WhatsApp, mensuradas por contagem mensal.
Retorno	Jornada iniciada após clique no RCS. A taxa de retorno é calculada pela razão entre retornos e RCS disparados.
CPC	Contato com a pessoa certa após confirmação do CPF. A taxa é calculada pela razão entre CPC e retornos.
CPC somente IA	Jornada mantida exclusivamente com atuação da inteligência artificial. Sua participação é calculada pela razão entre CPC somente IA e CPC total.

Transbordo CPC	Jornada validada com intervenção humana. O indicador associado à conversão dessa rota é calculado pela razão entre acordos humanos e transbordos CPC.
Acordo	Negociação formalizada com emissão de boleto. O volume é contabilizado mensalmente e separado por rota.
Pagamento	Pagamento registrado no período. A efetividade é calculada pela razão entre pagamentos e acordos.
Valor pago	Montante efetivamente pago, calculado pela soma dos valores registrados em cada rota.

Fonte: Adaptado de Borges (2025).

Conforme apresentado na Tabela 1, os indicadores permitem acompanhar diferentes etapas da jornada, desde a ativação do canal digital até o resultado financeiro. A separação entre CPC somente IA e transbordo CPC permite distinguir o desempenho das jornadas que permaneceram automatizadas daquelas que demandaram atuação humana.

A expressão CPC corresponde a contato com a pessoa certa (ou responsável pela dívida), identificado pela confirmação do CPF. A rota somente IA reúne jornadas que permaneceram integralmente automatizadas. A rota com atuação humana reúne os casos classificados como transbordo pela operação, inclusive novas jornadas direcionadas ao operador após o prazo de 24 horas.

3.4 Procedimentos de análise

Foram calculadas taxas mensais e taxas acumuladas ponderadas pelos respectivos denominadores. A taxa de retorno por disparo corresponde ao retorno dividido pelo volume de RCS, enquanto a taxa de CPC corresponde às jornadas autenticadas divididas pelos retornos. A conversão em acordo utiliza o CPC específico de cada rota. A razão pagamentos por acordo divide os pagamentos registrados no mês pelos acordos do mesmo período. Como a base é agregada e não acompanha cada acordo como coorte, essa última medida não deve ser interpretada como probabilidade individual de pagamento.

A estabilidade das rotas foi examinada por média mensal, desvio-padrão e coeficiente de variação. O coeficiente de variação foi calculado como a razão entre o desvio-padrão e a média mensal (Arachchige *et al*., 2022). Valores mais elevados indicam maior oscilação relativa ao nível médio do indicador. Não foram aplicados testes de diferença entre proporções porque as jornadas não foram distribuídas aleatoriamente, um mesmo cliente pode reaparecer e as rotas não representam grupos experimentais independentes (Agresti, 2019).

4. Resultados e discussão

4.1 Evolução do funil digital

A Tabela 2 apresenta os principais indicadores do funil. O volume mensal de RCS permaneceu entre 6,50 e 8,07 milhões de disparos. A taxa de leitura variou de 14,46% a 18,07% e alcançou média ponderada de 16,22%. Dos disparos realizados, 0,57% resultaram em início de conversa no WhatsApp no acumulado. Entre os retornos, 61,94% avançaram até a confirmação do CPF.

Tabela 2 – Evolução dos principais indicadores do funil digital

Mês	RCS	Leitura (%)	Retornos	CPC	Acordos	Pagamentos
Dez./25	7.564.028	15,58	21.691	13.338	1.818	717
Jan./26	7.769.737	14,46	41.748	25.459	3.633	1.169
Fev./26	7.492.623	15,72	43.879	25.351	2.551	854
Mar./26	8.068.938	15,90	40.301	24.978	3.220	1.254
Abr./26	7.136.231	16,21	35.393	21.994	2.131	703
Mai./26	7.468.032	18,07	52.493	33.283	2.251	669
Jun./26	6.496.562	17,95	61.267	39.429	2.982	912

Fonte: elaboração própria a partir dos dados da operação (2026).

O comportamento entre dezembro e junho mostra que o aumento da entrada no funil não dependeu de maior volume de mensagens. Os disparos diminuíram 14,1%, de 7,56 para 6,50 milhões, enquanto os retornos cresceram 182,5%, de 21.691 para 61.267. Os CPC aumentaram 195,6%, de 13.338 para 39.429. A ativação por disparo passou de 0,29% para 0,94%, e a razão entre retornos e mensagens lidas aumentou de 1,84% para 5,25%.

Esses resultados indicam melhora na capacidade de transformar a exposição à mensagem em entrada na jornada. Como não há dados individualizados sobre campanha, conteúdo, repetição de disparos ou composição mensal da carteira, não é possível atribuir essa variação a uma causa específica. O resultado relevante para a operação é que o fluxo passou a receber quantidade maior de jornadas autenticadas mesmo com redução do volume de RCS em junho.

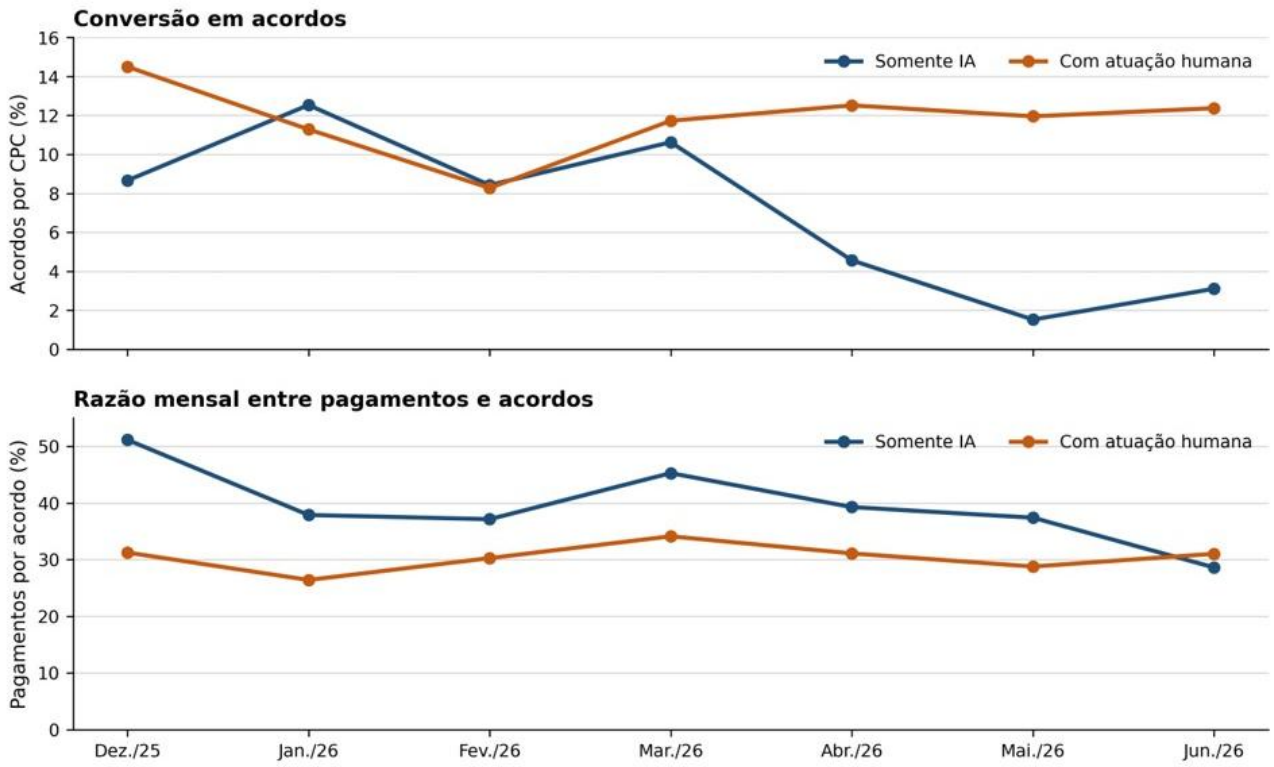
O crescimento do topo do funil não produziu aumento proporcional dos resultados finais. Os acordos cresceram 64,0% entre dezembro e junho, de 1.818 para 2.982, e os pagamentos aumentaram 27,2%, de 717 para 912. No mesmo intervalo, a conversão geral de CPC em acordo diminuiu de 13,63% para 7,56%, enquanto a razão pagamentos por acordo passou de 39,44% para 30,58%. O volume absoluto aumentou, mas a eficiência de conversão se reduziu.

4.2 Distribuição e estabilidade das rotas

A participação da rota exclusivamente automatizada no CPC diminuiu em todos os meses, passando de 64,81% em dezembro para 45,15% em junho. A redução acumulada foi de 19,66 pontos percentuais. Esse movimento coincide com o aumento do papel da rota humana nos resultados. A participação do transbordo nos acordos passou de 58,80% em dezembro para 89,07% em maio e encerrou junho em 81,49%.

A conversão em acordos também apresentou comportamentos distintos. Na rota somente IA, o indicador atingiu 12,53% em janeiro, caiu para 4,56% em abril e chegou a 1,52% em maio, com recuperação para 3,10% em junho. Na rota humana, a conversão oscilou entre 8,27% e 14,50% e permaneceu próxima de 12% nos quatro últimos meses. A Figura 2 apresenta a evolução mensal da conversão em acordos e da razão entre pagamentos e acordos nas rotas somente IA e com atuação humana.

Figura 2 – Desempenho mensal das rotas do fluxo híbrido



Fonte: elaboração própria a partir dos dados da operação (2026).

Conforme mostrado na Figura 2, a rota somente IA apresentou maior oscilação ao longo do período, enquanto a rota com atuação humana exibiu comportamento mais estável, sobretudo na conversão em acordos.

A média mensal da conversão em acordo foi de 7,06% para a rota somente IA e 11,80% para a rota humana. Mais relevante do que a diferença de nível foi a dispersão: o coeficiente de variação da rota automatizada alcançou 57,7%, diante de 15,8% no transbordo. A rota humana, portanto, apresentou conversão mensal relativamente mais estável.

A razão mensal entre pagamentos e acordos foi superior na rota somente IA em seis dos sete meses. O indicador variou de 28,62% a 51,13%, com média mensal de 39,53% e coeficiente de variação de 17,9%. Na rota humana, permaneceu entre 26,41% e 34,12%, com média de 30,42% e coeficiente de variação de 7,8%. Em junho, a relação se inverteu: 28,62% na rota somente IA e 31,03% na rota humana.

Os resultados demonstram que as rotas cumprem funções distintas. A automação apresentou maior relação entre pagamentos e acordos na maior parte do período, porém perdeu participação no CPC e mostrou forte oscilação na geração de acordos. A atuação humana apresentou menor variação e absorveu parcela crescente dos resultados quando a conversão automatizada diminuiu.

4.3 Resultados acumulados e contribuição econômica

No período, foram registrados 18.586 acordos e 6.278 pagamentos, que totalizaram R$ 2.624.531. A Tabela 3 sintetiza a contribuição das duas rotas. O transbordo gerou 12.131 acordos, equivalentes a 65,27% do total, e 3.685 pagamentos, ou 58,70%. A rota somente IA produziu 6.455 acordos e 2.593 pagamentos.

Tabela 3 – Resultados acumulados por rota de atendimento

Rota	Acordos n (%)	Conversão em acordo (%)	Pagamentos n (%)	Pagamentos /acordos (%)	Valor pago R$ (%)	Valor médio por pagamento (R$)
Somente IA	6.455 (34,73%)	6,77%	2.593 (41,30%)	40,17%	1.779.523 (67,80%)	686,28
Com atuação humana	12.131 (65,27%)	11,57%	3.685 (58,70%)	30,38%	845.008 (32,20%)	229,31
Total	**18.586 (100%)**	—	**6.278 (100%)**	**33,78%**	**2.624.531 (100%)**	**418,05**

Fonte: elaboração própria a partir dos dados da operação (2026).

A conversão acumulada em acordo foi de 6,77% na rota somente IA e de 11,57% na rota humana. Já a razão pagamentos por acordo foi de 40,17% para a IA e 30,38% para o transbordo. Esses indicadores não devem ser utilizados para afirmar superioridade de uma rota, pois os casos possuem critérios de direcionamento diferentes e podem representar momentos distintos da mesma relação com o cliente.

A composição financeira acrescenta outra dimensão. A rota somente IA concentrou R$ 1.779.523, ou 67,80% do valor pago, embora tenha respondido por 41,30% dos pagamentos. O valor médio por pagamento foi de R$ 686,28 na rota automatizada e de R$ 229,31 na rota humana. Essa diferença pode refletir composição de carteira, condições negociadas, antecipação de parcelas ou outros fatores não disponíveis na base agregada, e não deve ser atribuída exclusivamente ao tipo de atendimento.

A contribuição econômica também mudou ao longo do tempo. A participação da rota somente IA no valor pago foi de 80,17% em dezembro, alcançou 85,05% em fevereiro e diminuiu para 21,91% em junho. Assim, o resultado acumulado elevado da automação foi concentrado nos primeiros meses. Nos meses finais, a rota humana passou a responder pela maior parcela do valor recuperado.

4.4 Discussão

O principal achado é que a divisão do trabalho entre inteligência artificial e operadores mudou substancialmente durante os sete meses. A operação recebeu mais jornadas qualificadas, mas uma parcela menor permaneceu exclusivamente com a IA. Ao mesmo tempo, a conversão automatizada se tornou mais volátil e o transbordo concentrou a maior parte dos acordos e pagamentos. A configuração híbrida funcionou como um sistema de compensação, no qual a atuação humana sustentou a conclusão do processo diante da redução da autonomia.

Esse resultado está alinhado ao conceito de inteligência híbrida de Dellermann *et al*. (2019), mas acrescenta uma dimensão longitudinal. A complementaridade não se limita a atribuir tarefas padronizadas à tecnologia e exceções aos operadores no momento do projeto. Ela precisa ser recalibrada conforme o desempenho observado. A queda da participação autônoma, combinada ao aumento dos retornos, indica que o crescimento do canal digital

pode aumentar a necessidade absoluta de capacidade humana mesmo quando a automação permanece ativa.

A maior estabilidade da rota humana é coerente com os achados de Wang *et al*. (2023), segundo os quais falhas da inteligência artificial aumentam a demanda por serviço humano. Também se aproxima da interpretação de Gnewuch *et al*. (2024), que atribui aos empregados o tratamento das solicitações que o *chatbot* não consegue concluir. O presente caso mostra que essa função pode representar a maior parcela dos resultados em determinados períodos e, portanto, precisa ser considerada no dimensionamento da operação.

Os resultados também qualificam a discussão proposta por Raisch e Krakowski (2021), a existência de uma rota autônoma não elimina o aumento do trabalho humano. Pelo contrário, a automação do início da jornada cria novos pontos de intervenção, preservação de contexto, tratamento de falhas e continuidade da negociação. O ganho operacional depende da coordenação entre as partes e não de uma taxa máxima de automação.

5. Conclusões

Este artigo analisou a distribuição de desempenho entre a rota autônoma e a rota com atuação humana em uma operação de recuperação de crédito apoiada por inteligência artificial conversacional. A análise considerou sete meses de operação e os resultados mostram que o desempenho híbrido não permanece estático após a implantação.

Entre dezembro e junho, os retornos cresceram 182,5% e os CPC aumentaram 195,6%, apesar da redução de 14,1% nos disparos de RCS. Entretanto, a participação da rota somente IA no CPC caiu de 64,8% para 45,2%, e sua conversão em acordos apresentou coeficiente de variação de 57,7%. A rota humana respondeu por 65,3% dos acordos, apresentou variabilidade menor e absorveu parcela crescente dos resultados nos meses finais.

A contribuição teórica consiste em evidenciar que a colaboração humana e inteligência artificial deve ser compreendida como alocação dinâmica de tarefas. O transbordo não representa apenas uma falha residual do *chatbot*. Ele atua como mecanismo de continuidade e estabilidade do sistema. A contribuição gerencial está na demonstração de que volume, conversão, pagamentos e valor precisam ser analisados separadamente por rota e por período.

O estudo apresenta limitações decorrentes da natureza observacional e agregada dos dados. A distribuição das jornadas entre as rotas não ocorreu de forma aleatória, e um mesmo cliente pode ter sido contabilizado novamente após o encerramento da janela de atendimento de 24 horas. Além disso, a base não identifica o motivo individual do transbordo nem vincula cada pagamento ao respectivo acordo, impossibilitando mensurar a defasagem temporal entre esses eventos. Assim, os resultados evidenciam associações operacionais, mas não permitem estabelecer relações causais ou concluir pela superioridade de uma rota sobre a outra.

Pesquisas futuras, utilizando registros no nível da jornada, poderão comparar diferentes regras de transbordo, distinguir falhas técnicas de impasses negociais e examinar como distintas formas de intervenção humana afetam a conversão e a experiência do cliente.

Referências

BAIRD, Aaron; MARUPING, Likoebe M. The next generation of research on IS use: a theoretical framework of delegation to and from agentic IS artifacts. **MIS Quarterly**, v. 45, n. 1, p. 315-341, 2021. DOI: 10.25300/MISQ/2021/15882.

BRYNJOLFSSON, Erik; LI, Danielle; RAYMOND, Lindsey. Generative AI at work. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 140, n. 2, p. 889-942, 2025. DOI: 10.1093/qje/qjae044.

DELLERMANN, Dominik; EBEL, Philipp; SÖLLNER, Matthias; LEIMEISTER, Jan Marco. Hybrid intelligence. **Business & Information Systems Engineering**, v. 61, n. 5, p. 637-643, 2019. DOI: 10.1007/s12599-019-00595-2.

FÜGENER, Andreas; GRAHL, Jörn; GUPTA, Alok; KETTER, Wolfgang. Cognitive challenges in human-artificial intelligence collaboration: investigating the path toward productive delegation. **Information Systems Research**, v. 33, n. 2, p. 678-696, 2022. DOI: 10.1287/isre.2021.1079.

GNEWUCH, Ulrich; MORANA, Stefan; HINZ, Oliver; KELLNER, Ralf; MAEDCHE, Alexander. More than a bot? The impact of disclosing human involvement on customer interactions with hybrid service agents. **Information Systems Research**, v. 35, n. 3, p. 936-955, 2024. DOI: 10.1287/isre.2022.0152.

HUANG, Ming-Hui; RUST, Roland T. Artificial intelligence in service. **Journal of Service Research**, v. 21, n. 2, p. 155-172, 2018. DOI: 10.1177/1094670517752459.

MARIANI, Marcello M.; HASHEMI, Novin; WIRTZ, Jochen. Artificial intelligence empowered conversational agents: a systematic literature review and research agenda. **Journal of Business Research**, v. 161, art. 113838, 2023. DOI: 10.1016/j.jbusres.2023.113838.

VASSILAKOPOULOU, Polyxeni; HAUG, Arve; SALVESEN, Leif Martin; PAPPAS, Ilias O. Developing human/AI interactions for chat-based customer services: lessons learned from the Norwegian government. **European Journal of Information Systems**, v. 32, n. 1, p. 10-22, 2023. DOI: 10.1080/0960085X.2022.2096490.

VERHOEF, Peter C.; BROEKHUIZEN, Thijs; BART, Yakov; BHATTACHARYA, Abhi; DONG, John Qi; FABIAN, Nicolai; HAENLEIN, Michael. Digital transformation: a multidisciplinary reflection and research agenda. **Journal of Business Research**, v. 122, p. 889-901, 2021. DOI: 10.1016/j.jbusres.2019.09.022.

VIAL, Gregory. Understanding digital transformation: a review and a research agenda. **The Journal of Strategic Information Systems**, v. 28, n. 2, p. 118-144, 2019. DOI: 10.1016/j.jsis.2019.01.003.

WANG, Lingli; HUANG, Ni; HONG, Yili; LIU, Luning; GUO, Xunhua; CHEN, Guoqing. Voice-based AI in call center customer service: a natural field experiment. **Production and Operations Management**, v. 32, n. 4, p. 1002-1018, 2023. DOI: 10.1111/poms.13953.

YIN, Robert K. **Case study research and applications: design and methods**. 6. ed. Los Angeles: SAGE, 2018.