GLYPH Protocol: Um Método Estruturado para Formulação de Problemas em Sistemas Complexos

Catia S Falcão
Líder Sênior em Manufatura e Engenharia, com foco em Excelência Industrial orientada por Dados e Inteligência Artificial (INDEPENDENTE) *falcao.csf@gmail.com*
Flávio Thimotio
Líder Executivo em Tecnologia Industrial, com foco em Transformação Digital orientada por Dados, Análise de Risco Operacional e Desempenho ESG em sistemas intensivos em ativos (INDEPENDENTE) *thimotio@gmail.com*

Resumo

A maior parte das metodologias aplicadas à engenharia de produção, gestão e sustentabilidade concentra-se na análise e solução de problemas previamente definidos, assumindo implicitamente a adequação de sua formulação. No entanto, observa-se na prática organizacional que muitos problemas persistem ou se repetem não pela ausência de soluções, mas por limitações na forma como são inicialmente formulados, frequentemente marcadas por ambiguidades e pela sobreposição entre sintomas, causas e interpretações.

Este artigo apresenta o GLYPH Protocol, um método estruturado para formulação de problemas, desenvolvido no contexto da Design Science Research. O protocolo organiza a formulação por meio de uma estrutura canônica composta por oito campos obrigatórios, que orientam a delimitação do sistema, a descrição do contexto, a identificação de manifestações observáveis e a explicitação de relações causais e critérios de avaliação. A proposta busca aumentar a clareza, consistência e comparabilidade entre problemas formulados, sem antecipar soluções ou decisões.

Como extensão conceitual, discute-se a possibilidade de conexão entre problemas estruturados, permitindo sua análise de forma integrada em diferentes contextos organizacionais. A utilização de uma estrutura padronizada de formulação pode favorecer maior rigor na compreensão de problemas complexos, constituindo uma contribuição metodológica complementar às abordagens tradicionais de análise e solução.

Palavras-Chaves: Formulação de Problemas; Sistemas Complexos; Modelagem de Problemas; Governança de Dados; Aprendizagem Organizacional.

Abstract

Most methodologies applied in production engineering, management, and sustainability focus on the analysis and solution of predefined problems, implicitly assuming the adequacy of their formulation. However, organizational practice shows that many problems persist or recur not due to a lack of solutions, but because of limitations in how they are initially formulated, often characterized by ambiguity and the overlap between symptoms, causes, and interpretations.

This paper presents the GLYPH Protocol, a structured method for problem formulation developed within the Design Science Research paradigm. The protocol organizes problem formulation through a canonical structure composed of eight mandatory fields, which guide system delimitation, context description, identification of observable manifestations, and the explicit representation of causal relationships and evaluation criteria. The approach aims to increase clarity, consistency, and comparability across formulated problems, without anticipating solutions or decisions.

As a conceptual extension, the paper discusses the possibility of connecting structured problems, enabling their integrated analysis across different organizational contexts. The use of a standardized formulation structure may enhance rigor in understanding complex problems, constituting a methodological contribution complementary to traditional approaches to analysis and problem-solving.

Keywords: Problem Formulation; Complex Systems; Problem Modeling; Data Governance; Organizational Learning.

1. Introdução

Em sistemas organizacionais, industriais, tecnológicos e ambientais, a recorrência de problemas é frequentemente tratada como falha de execução, de pessoas ou de recursos. Entretanto, estudos clássicos sobre tomada de decisão indicam que uma parcela significativa desses problemas persiste apesar da aplicação reiterada de soluções técnicas, metodologias consolidadas e ferramentas analíticas reconhecidas, sugerindo a existência de uma lacuna anterior à solução: a forma como os problemas são formulados (SIMON, 1973; ACKOFF,1974).

Tradicionalmente, problemas são descritos de maneiras narrativas, contextual ou subjetiva, frequentemente misturando sintomas, causas, impactos e soluções em uma única formulação. Essa prática dificulta a comparação entre problemas, o aprendizado entre domínios distintos e a reutilização de conhecimento, além de introduzir vieses cognitivos e individuais no processo decisório (CHECKLAND, 1999; KAHNEMAN, 2011).

Nesse contexto, surge o **GLYPH Protocol**, não como uma ferramenta de diagnóstico ou um método de solução, mas como uma linguagem formal para formulação de problemas. O protocolo parte do princípio de que a inteligência organizacional e sistêmica depende, antes de tudo, da capacidade de formular corretamente o problema, especialmente em contextos caracterizados por problemas mal estruturados (SIMON, 1973).

Diferentemente das abordagens tradicionais, o GLYPH não se encerra em uma declaração resumida do problema. O protocolo considera que o problema somente está completamente formulado quando todos os campos estruturais que o compõem estão preenchidos, coerentes e validados. Nesse sentido, o conjunto desses elementos constitui o próprio problema estruturado, e não apenas uma descrição sobre ele.

2. Referencial Teórico

2.1 Problemas em sistemas complexos

Os sistemas organizacionais, industriais e socioambientais contemporâneos caracterizam-se por elevado grau de complexidade, interdependência e dinamicidade. Nesses sistemas, os problemas raramente apresentam causas lineares ou isoladas, sendo

frequentemente resultado da interação entre múltiplos fatores técnicos, humanos, organizacionais e ambientais (STERMAN, 2000).

A literatura sobre sistemas complexos destaca que intervenções pontuais ou baseadas em simplificações excessivas tendem a gerar efeitos colaterais indesejados ou deslocar o problema para outras partes do sistema (CHECKLAND, 1999). Portanto, compreender um problema exige considerar o sistema como um todo, suas relações causais e o contexto em que o problema emerge.

A ausência de uma formulação estruturada do problema compromete a análise, dificulta o aprendizado organizacional e reduz a efetividade das decisões estratégicas, especialmente em temas relacionados à sustentabilidade (ELKINGTON, 1997). Em ambientes orientados por dados, essa limitação torna-se ainda mais crítica, pois modelos analíticos e algoritmos podem amplificar erros conceituais quando treinados sobre problemas mal formulados (KAHNEMAN, 2011).

2.2 Formulação de problemas na engenharia de produção

A engenharia de produção dispõe de um amplo conjunto de métodos e ferramentas voltados à análise, melhoria e otimização de sistemas produtivos e organizacionais. Entre essas abordagens destacam-se técnicas de análise de causa raiz, método estatístico, modelos de melhoria contínua, ferramentas da qualidade e estruturas de apoio à tomada de decisão.

Em geral, tais métodos pressupõem que o problema a ser tratado já esteja adequadamente definido, cabendo à engenharia identificar suas causas, avaliar alternativas e implementar soluções (ISHIKAWA, 1985; GEORGE, 2002). Entretanto, estudos clássicos indicam que muitas falhas recorrentes não decorrem da ineficácia das soluções adotadas, mas da forma como o problema foi inicialmente formulado (SIMON, 1973; ACKOFF, 1974).

Formulações imprecisas, excessivamente amplas ou orientadas por soluções implícitas comprometem a efetividade das análises subsequentes. Na prática organizacional, a ausência de uma linguagem padronizada para descrição de problemas dificulta a comparação entre casos, limita o reaproveitamento de conhecimento e reforça silos cognitivos entre áreas (CHECKLAND, 1999).

2.3 Limitações das abordagens tradicionais

As abordagens tradicionais apresentam limitações quando aplicada a problemas complexos, caracterizados por múltiplas variáveis interdependentes e dinâmicas não lineares. Uma limitação recorrente é o pressuposto implícito de que o problema já está corretamente definido, direcionando os esforços diretamente à identificação de causas ou soluções (SIMON, 1973).

Além disso, essas abordagens frequentemente incentivam a convergência prematura para soluções, restringindo a exploração do problema em sua totalidade. Como resultado, soluções implementadas tendem a tratar sintomas, contribuindo para a recorrência do problema (ACKOFF, 1974; STERMAN, 2000).

A ausência de uma estrutura comparável e reutilizável para formulação de problemas limita ainda a governança do conhecimento organizacional (CHECKLAND, 1999). Cabe destacar que, diferentemente da Soft Systems Methodology (SSM) de Checkland (1999) – que reconhece a natureza construída dos problemas em sistemas humanos –, o GLYPH avança ao formalizar essa estrutura em um modelo canônico explícito com campos obrigatórios e critérios de validação, tornando a formulação comparável e reutilizável entre domínios distintos.

Além das limitações previamente discutidas, destaca-se que os Problem Structuring Methods (PSM), conforme sistematizados por Rosenhead e Mingers (2001), privilegiam a construção social, interativa e interpretativa dos problemas em contextos complexos. Embora essa abordagem seja fundamental para capturar múltiplas perspectivas e promover aprendizagem organizacional, ela apresenta limitações quanto à comparabilidade e reutilização entre diferentes contextos. A ausência de uma estrutura canônica explícita dificulta a interoperabilidade entre problemas formulados, restringindo sua utilização como unidades de análise sistemática. Nesse sentido, observa-se uma lacuna metodológica não na capacidade de estruturar problemas localmente, mas na ausência de mecanismos que garantam consistência estrutural e comparabilidade entre diferentes instâncias de formulação.

Adicionalmente, abordagens baseadas em ontologias formais (GRUBER, 1993) têm sido utilizadas para representar conhecimento de forma estruturada e reutilizável. No entanto, tais abordagens possuem natureza predominantemente descritiva, focando na modelagem de conceitos e relações de um domínio. Essas estruturas não impõem critérios de completude nem orientam o processo de formulação do problema em si. Como consequência, permanecem lacunas relacionadas à disciplina cognitiva necessária para separar sintomas, causas e interpretações, bem como à ausência de mecanismos formais para evitar a introdução de

soluções implícitas na formulação. Essa limitação reforça a necessidade de um artefato metodológico que atue não apenas na representação, mas na construção estruturada do problema.

Em conjunto, as limitações identificadas nas subseções 2.1 a 2.4 evidenciam que a engenharia de produção dispõe de ferramentas robustas para analisar e solucionar problemas, mas carece de um método específico para estruturá-los antes que qualquer análise se inicie, lacuna que o GLYPH Protocol se propõe a preencher, conforme descrito na seção a seguir.

2.4 Tomada de decisão, governança de dados e sustentabilidade

Decisões relacionadas à sustentabilidade exigem compreensão sistêmica de impactos ambientais, sociais e econômicos ao longo do tempo (ELKINGTON, 1997). A qualidade dessas decisões depende diretamente da clareza dos problemas que orientam a coleta e a interpretação de dados.

Kahneman (2011) demonstra que vieses cognitivos individuais podem afetar julgamentos e decisões quando problemas são formulados de maneira ambígua ou incompleta. Em ambientes orientados por dados, esses vieses podem ser incorporados a modelos analíticos, reforçando padrões inadequados de decisão.

Sob essa ótica, a formulação estruturada do problema torna-se elemento central da governança de dados e da tomada de decisão responsável em sistemas complexos.

3. Metodologia

As lacunas identificadas na seção anterior – ausência de linguagem padronizada para descrição de problemas, convergência prematura para soluções e incorporações de vieses cognitivos em ambientes orientados por dados – evidenciam a necessidade de um artefato metodológico anterior à etapa analítica. A seção a seguir descreve o percurso adotado para o desenvolvimento desse artefato, o GLYPH Protocol, utilizando como estratégia de pesquisa a Design Science Research.

3.1 Caracterização da pesquisa

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa de natureza metodológica e aplicada, conduzida sob abordagem qualitativa e exploratória. O estudo tem como propósito o desenvolvimento e a formalização de um protocolo estruturado para a formulação de problemas complexos em sistemas organizacionais, industriais e socioambientais.

A condução da pesquisa fundamenta-se na estratégia de Design Science Research (DSR), conforme proposta por Hevner et al. (2004) e consolidada por Van Aken (2004) no contexto da pesquisa em gestão e engenharia. A DSR orienta a construção de artefatos – entendidos como produtos do conhecimento com utilidade prática – que respondem a lacunas observadas na prática e na teoria. No presente caso, o artefato desenvolvido é o GLYPH Protocol: uma linguagem formal e estruturada para a formulação de problemas, anterior à etapa de análise, decisão ou solução.

A escolha da DSR como estratégia metodológica justifica-se pela natureza prescritiva do objeto de pesquisa: o protocolo não descreve nem explica fenômenos, mas propõe uma estrutura canônica que orienta o raciocínio humano sobre problemas. Esse tipo de contribuição enquadra-se no paradigma de pesquisa orientada ao projeto (design-oriented research), no qual a avaliação do artefato ocorre por meio de sua demonstração e aplicação em um contexto representativo (MARCH; SMITH, 1995).

Complementarmente, a pesquisa faz uso de análise conceitual e revisão bibliográfica não sistemática para identificar e consolidar os fundamentos teóricos que sustentam cada campo do protocolo, com base em referências clássicas das áreas de tomada de decisão (SIMON, 1973), formulação de problemas (ACKOFF, 1974), sistemas complexos (CHECKLAND, 1999; STERMAN, 2000), qualidade e engenharia de produção (ISHIKAWA, 1985) e a sustentabilidade (ELKINGTON, 1997).

3.2 Etapas de desenvolvimento do GLYPH Protocol

O desenvolvimento do GLYPH Protocol seguiu as seis fases da Design Science Research, conforme sistematizadas por Peffers et al. (2007), adaptadas ao contexto da engenharia de produção e da gestão de sistemas complexos. O Quadro 1 apresenta o mapeamento entre as fases da DSR e as atividades executadas na construção do protocolo.

Quadro 1 – Fases da Design Science Research aplicadas ao desenvolvimento do GLYPH Protocol

Fase DSR	Descrição da Atividade
Fase 1 *Identificação do Problema*	Levantamento das lacunas da literatura sobre formulação de problemas e diagnóstico das limitações das abordagens tradicionais (SIMON, 1973; ACKOFF, 1974).
Fase 2 *Definição dos Objetivos*	Estabelecimento dos requisitos funcionais do artefato: estrutura canônica, observabilidade, comparabilidade e separação entre formulação e solução.
Fase 3 *Projeto e Desenvolvimento*	Construção da estrutura de oito campos do GLYPH, com fundamentação teórica para cada campo e definição dos cinco princípios metodológicos.
Fase 4 *Demonstração*	Aplicação do protocolo em um caso representativo de problema organizacional recorrente (silos funcionais), resultando no GLYPH Organizacional.
Fase 5 *Avaliação*	Análise da completude, coerência interna e aderência aos princípios do protocolo no artefato gerado. Verificação da ausência de soluções implícitas.
Fase 6 *Comunicação*	Formalização do protocolo como contribuição metodológica para a engenharia de produção, governança de dados e sustentabilidade.

Fonte: Elaborado pelos autores com base em Peffers et al. (2007).

Na fase 1, a revisão da literatura indicou que os métodos tradicionais de engenharia de produção – incluindo o Diagrama de Ishikawa, o método DMAIC e o ciclo PDCA – pressupõem implicitamente que o problema já está adequadamente formulado antes do início da análise (SIMON, 1973). Essa lacuna configura o problema de pesquisa que motiva a criação do protocolo.

Na fase 2, foram estabelecidos os requisitos funcionais do artefato: (i) estrutura canônica explícita e reprodutível; (ii) campos baseados em elementos observáveis; (iii) separação formal entre formulação, análise e solução; (iv) comparabilidade entre diferentes problemas; e (v) neutralidade em relação a domínios específicos de aplicação.

Na fase 3, foram projetados e descritos os oito campos da estrutura canônica do GLYPH, cada um com fundamentação teórica explícita, conforme detalhado na subseção 3.3. Também foram formulados os cinco princípios metodológicos que regem o uso do protocolo. As denominações dos campos foram construídas em língua inglesa para viabilizar o acrônimo GLYPH, preservando a coerência semântica do modelo.

As fases 4 e 5, correspondentes à demonstração e avaliação do protocolo, são descritas nas subseções 3.4 e 3.5, respectivamente.

3.3 Estrutura Canônica: fundamentação de cada campo do GLYPH

O termo GLYPH é utilizado como acrônimo conceitual que representa os blocos cognitivos fundamentais da formulação estruturada de problemas. Cada letra corresponde a um estágio do processo: (G) *Grounded System Definition,* que delimita o sistema e seu contexto; (L) *Lived Manifestation*, que captura a manifestação observável e seus impactos; (Y) *Yielding Variables*, que identifica os elementos relevantes associados ao problema; (P) *Path of Causality*, que explicita as relações causais; e (H) *High-Leverage Validation*, que define os pontos de alavancagem e os critérios de avaliação. Essa estrutura organiza o raciocínio de forma sequencial e interdependente, garantindo completude e coerência na formulação.

A estrutura canônica do GLYPH é composta por oito campos obrigatórios, organizados em sequência lógica que reflete o processo cognitivo de compreensão progressiva de um problema: da delimitação do sistema à definição dos critérios de avaliação de melhoria. Cada campo foi desenvolvido com base em referencial teórico específico, conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 – Campos da estrutura canônica do GLYPH Protocol e sua fundamentação teórica

Bloco	Campo	Denominação	Descrição e Fundamentação Teórica
G	G1	**System**	Delimitação do sistema ao qual o problema pertence, definindo o escopo de análise e evitando abrangência excessiva ou insuficiente (CHECKLAND, 1999).
	G2	**Context**	Especificação das condições internas e externas em que o problema ocorre, incluindo variáveis situacionais, temporais e organizacionais relevantes (SIMON, 1973).
L	G3	**Symptom**	Registro da manifestação observável e mensurável do problema, diferenciando-o de causas ou interpretações (ISHIKAWA, 1985).
	G4	**Impact**	Identificação das consequências quantificáveis geradas pelo problema em dimensões de tempo, custo, qualidade ou sustentabilidade (ELKINGTON, 1997).

Bloco	Campo	Denominação	Descrição e Fundamentação Teórica
Y	G5	**Variables**	Listagem dos elementos relevantes e interdependentes associados ao problema, conformando a rede de fatores que sustentam sua persistência (STERMAN, 2000).
P	G6	**Causal Chain**	Representação explícita das relações causais entre as variáveis identificadas, estruturada como encadeamento lógico e observável (ACKOFF, 1974).
H	G7	**Leverage Point**	Identificação do ponto de maior potencial de influência no sistema, onde intervenções geram maior impacto proporcional (STERMAN, 2000).
	G8	**Success Criteria**	Definição dos critérios objetivos, mensuráveis e temporalmente delimitados para avaliação de melhoria do problema formulado (KAHNEMAN, 2011).

Fonte: Elaborado pelos autores

A escolha de oito campos não é arbitrária. A estrutura G1–G8 foi projetada para cobrir três estágios cognitivos fundamentais e complementares na compreensão de um problema complexo: (i) **delimitação do sistema**, composta pelos campos *System* e *Context*, que estabelecem o universo e as condições do problema; (ii) **observação**, composta pelos campos *Symptom* e *Impact*, que registram o que é visível e o que é perdido; e (iii) **análise causal profunda**, composta pelos campos *Variables*, *Causal Chain, Leverage Point* e *Success Criteria*, que revelam a estrutura interna do problema e definem o critério de validação de melhoria. Um protocolo com menos campos comprometeria a cobertura de ao menos um desses estágios; campos adicionais introduziram sobreposição semântica sem ganho cognitivo. A estrutura de oito campos representa, portanto, o mínimo suficiente para uma formulação completa, observável e validável.

A definição de oito campos obrigatórios segue o princípio de suficiência estrutural mínima (Minimum Structural Sufficiency), no qual cada elemento corresponde a um componente cognitivo indispensável para a formulação de problemas observáveis e validáveis. A estrutura não tem como objetivo restringir a complexidade do problema, mas garantir que esta seja explicitada de forma disciplinada. Nesse sentido, a rigidez do protocolo é intencional e funcional, atuando como mecanismo de controle cognitivo para evitar a convergência prematura para soluções, a sobreposição entre níveis analíticos e a ambiguidade narrativa frequentemente observada em formulações não estruturadas.

A sequência dos campos foi projetada para garantir progressão lógica e evitar saltos cognitivos prematuros: o preenchimento do campo Symptom, por exemplo, só é válido após a delimitação do System e do Context, pois um mesmo sintoma pode ter significados distintos em sistemas diferentes. Da mesma forma, o campo Leverage Point somente adquire sentido após a identificação das Variables e da Causal Chain.

O protocolo não prevê campos de solução ou recomendação. Essa omissão é intencional e constitui um princípio metodológico central: o GLYPH encerra-se com o problema estruturado, transferindo para etapas subsequentes – de responsabilidade do analista ou decisor – a formulação de hipóteses, alternativas e intervenções.

3.4 Critério de aplicação: demonstração em problema real

Para demonstrar a aplicabilidade do protocolo, foi selecionado um problema recorrente em organizações de médio e grande porte: a duplicidade de soluções desenvolvidas em paralelo por equipes funcionalmente isoladas, fenômeno associado à formação de silos organizacionais (CHECKLAND, 1999; STERMAN, 2000). A seleção deste caso atende a três critérios metodológicos definidos a priori:

1. **Relevância organizacional** – o problema é observável, recorrente e de alto impacto em termos de eficiência e uso de recursos;
2. **Multidimensionalidade causal** – envolve variáveis estruturais, comportamentais e sistêmicas, permitindo a demonstração de todos os campos do protocolo;
3. **Aplicabilidade prática** – o caso permite a observação clara da transição entre a confusão inicial – denominada por Ackoff (1974) como *mess*, isto é, um conjunto de problemas interdependentes ainda não estruturados – e a formulação estruturada, evidenciando o valor cognitivo do protocolo.

A aplicação do GLYPH foi conduzida de forma sequencial, campo a campo, seguindo a ordem canônica do protocolo. Cada campo foi preenchido com base em informações observáveis, sem antecipação de causas ou soluções. O resultado é o artefato denominado GLYPH Organizacional, apresentado na seção 4.

3.5 Critérios de validação do artefato

A validação do GLYPH Protocol, enquanto artefato da Design Science Research, foi conduzida segundo os critérios de avaliação proposto por Hevner et al. (2004): utilidade, qualidade e eficácia. No presente trabalho, esses critérios foram operacionalizados da seguinte forma:

- **Completude estrutural:** todos os oito campos obrigatórios devem estar preenchidos. A ausência de qualquer campo descaracteriza o artefato como GLYPH válido;
- **Coerência interna:** as informações dos campos devem ser logicamente consistentes entre si. Em particular, as variáveis listadas no campo G5 devem ser evidenciadas na cadeia causal do campo G6, e o ponto de alavancagem G7 deve derivar logicamente dos campos G5 e G6;
- **Observabilidade:** todos os elementos descritos nos campos devem ser baseados em fatos observáveis ou mensuráveis, sem interpretações subjetivas ou soluções implícitas;
- **Ausência de antecipação de solução:** nenhum campo deve conter, de forma explícita ou implícita, prescrições, recomendações ou direcionamentos para ações corretivas.

A avaliação foi conduzida pelos autores com base em inspeção analítica do artefato resultante, verificando a aderência a cada critério. Esse procedimento é consistente com a abordagem de avaliação ex ante em DSR, na qual a validação ocorre por meio da análise lógica e da coerência interna do artefato, antes de sua implementação em campo (PEFFERS et al., 2007).

Reconhece-se como limitação metodológica a ausência de avaliação empírica por múltiplos avaliadores independentes ou aplicação em contextos distintos. Estudos futuros poderão ampliar a validação do protocolo por meio de avaliações com especialistas, grupos de pesquisas aplicadas e implantação em ambientes organizacionais reais, contribuindo para o refinamento e a generalização do artefato.

4. Resultados e Discussão

4.1 Aplicação do GLYPH Protocol

Para demonstrar a aplicabilidade do GLYPH Protocol, foi selecionado um problema recorrente em ambientes organizacionais, caracterizado por perdas de eficiência, retrabalho e

baixa coordenação entre equipes. A escolha deste caso atende a critérios de relevância organizacional, recorrência do fenômeno e presença de múltiplas variáveis interdependentes, características típicas de problemas mal estruturados, conforme discutido por Simon (1973) e Ackoff (1974).

O objetivo desta aplicação não é propor uma solução, mas demonstrar como o protocolo permite estruturar o problema de forma clara, verificável e comparável. O caso analisado refere-se a organizações nas quais diferentes equipes atuam de forma funcionalmente isolada, desenvolvendo soluções semelhantes em paralelo, sem mecanismos de reaproveitamento ou coordenação sistêmica. Esse fenômeno é amplamente associado à formação de silos organizacionais, que dificultam a integração de conhecimento e comprometem a eficiência sistêmica (CHECKLAND, 1999; STERMAN, 2000).

A aplicação foi conduzida de forma sequencial, respeitando a lógica canônica do protocolo, na qual cada campo depende da consistência dos anteriores. Essa abordagem visa evitar a introdução prematura de interpretações causais ou soluções implícitas, assegurando que a formulação se baseie em elementos observáveis e relações explicitadas.

4.2 GLYPH Organizacional – Caso Aplicado

A aplicação do protocolo resultou na seguinte estruturação do problema:

System: Organizacional

Context: Equipes atuando em unidades funcionais distintas, com autonomia operacional e ausência de mecanismos formais de coordenação interequipes em organizações de médio e grande porte.

Symptom: Criação recorrente de soluções já existentes em outras áreas da organização, identificada por meio de projeto duplicados e iniciativas paralelas.

Impact:

- Perda de tempo e produtividade.
- Retrabalho entre equipes.
- Uso ineficiente de recursos organizacionais.
- Atrasos na entrega de iniciativas estratégicas.

Variables:

- Estrutura organizacional funcional, com baixo nível de integração horizontal;
- Ausência de processos formais de compartilhamento e reutilização de soluções;
- Autonomia decisória descentralizada sem mecanismos de coordenação;
- Baixa visibilidade organizacional sobre iniciativas em andamento;
- Sistemas de incentivo orientados a resultados locais em detrimento de desempenho sistêmico.

Causal Chain: Estrutura funcional isolada → redução da visibilidade interequipes → desenvolvimento autônomo de soluções → ausência de mecanismos de compartilhamento → duplicidade de iniciativas → retrabalho e desperdício de recursos → reforço da fragmentação organizacional.

Leverage Point: Ausência de mecanismos formais de padronização e compartilhamento de soluções organizacionais.

Success Criteria: Redução mensurável da duplicidade de iniciativas semelhantes no prazo de 90 dias, avaliada por meio do número de projetos redundantes identificados no portfólio organizacional.

4.3 Resultados Obtidos

O principal resultado da aplicação do GLYPH Protocol não é a proposição de uma solução, mas a formalização estruturada do problema como artefato metodológico. A partir da aplicação de uma estrutura canônica composta por campos obrigatórios e interdependentes, o problema deixa de ser descrito de forma genérica ou subjetiva e passa a ser representado por meio de elementos observáveis, relações causais explicitadas e critérios definidos de avaliação.

Essa estrutura garante a separação entre diferentes níveis analíticos (como sintomas, impactos e variáveis) reduzindo ambiguidades e sobreposições semânticas frequentemente presentes em formulações não estruturadas. Como resultado, diferentes atores organizacionais podem compartilhar uma compreensão mais consistente do problema, apoiada em elementos verificáveis. Além disso, a padronização permite que problemas formulados em diferentes contextos sejam comparáveis entre si, viabilizando a identificação de padrões recorrentes e o aprendizado transversal entre áreas, setores e organizações.

4.4 Discussão

A aplicação do GLYPH evidencia uma diferença relevante em relação às abordagens tradicionais de engenharia de produção. Enquanto métodos clássicos tendem a convergir rapidamente para soluções, o GLYPH interrompe deliberadamente esse movimento, priorizando a consolidação do problema antes de qualquer decisão. Esse resultado é consistente com a tese de Ackoff (1974), segundo a qual a transformação de um *mess*, conjunto difuso de problemas interdependentes, em um problema formalmente estruturado constitui a etapa mais crítica e mais negligenciada do processo decisório. O GLYPH Organizacional apresentado na seção anterior ilustra precisamente essa transformação: o fenômeno dos silos funcionais, antes descrito de forma genérica, passa a existir como artefato estruturado, com cadeia causal explícita e critério de avaliação verificável.

Essa característica é determinante em contextos de governança de dados e sustentabilidade, nos quais decisões baseadas em formulações inadequadas podem gerar impactos sistêmicos de longo prazo.

A proposta de uma linguagem estruturada no GLYPH não implica a negação da natureza socialmente construída dos problemas, conforme discutido por Checkland (1999). Ao contrário, o protocolo reconhece que toda formulação é influenciada por perspectivas e interpretações. No entanto, busca estabelecer uma forma de neutralidade epistemológica, na qual a subjetividade não é eliminada, mas disciplinada por meio de restrições estruturais que tornam explícitos os elementos do problema. Esse princípio, aqui denominado objetividade restrita, permite que diferentes formulações sejam comparadas e analisadas sem eliminar a diversidade interpretativa que caracteriza sistemas complexos.

Embora o protocolo decomponha o problema em campos distintos, essa decomposição não deve ser interpretada como redução do sistema. Em consonância com a literatura de dinâmica de sistemas (STERMAN, 2000), a compreensão de fenômenos complexos exige a explicitação de relações causais e interdependências. O GLYPH operacionaliza esse princípio ao separar elementos para posteriormente reconstruí-los por meio da cadeia causal. Esse processo, denominado reconstrução sistêmica estruturada, permite que a complexidade deixe de ser implícita e passe a ser explicitamente representada, aumentando a rastreabilidade e a qualidade da análise.

Outro aspecto de igual importância refere-se ao potencial do protocolo para promover a inclusão cognitiva. Ao oferecer uma estrutura explícita, sequencial e verificável, o GLYPH reduz a dependência de interpretações implícitas, facilitando a colaboração entre equipes multidisciplinares e indivíduos com diferentes estilos de pensamento.

4.5 Síntese da Seção

Os resultados obtidos indicam que:

O GLYPH não gera respostas, mas problemas formalmente estruturados.

A estrutura do protocolo aumenta a clareza, comparabilidade e reprodutibilidade da formulação de problemas.

O artefato resultante pode ser reutilizado em diferentes contextos organizacionais.

A separação entre formulação e solução fortalece a qualidade das decisões futuras.

Consequentemente, a aplicação do GLYPH Protocol confirma sua relevância como metodologia de formulação de problemas em sistemas complexos.

5. Considerações Finais e Trabalhos Futuros

Este artigo apresentou o **GLYPH Protocol** como uma proposta metodológica para a formulação estruturada de problemas em sistemas complexos, com especial atenção aos contextos da engenharia de produção, da governança de dados e da sustentabilidade. Diferentemente das abordagens tradicionais, que concentram seus esforços na análise e solução de problemas previamente definidos, o GLYPH trata a formulação de problema como um artefato técnico, cognitivo e metodológico autônomo, anterior à tomada de decisão, à escolha de soluções e à automação de processos (SIMON, 1973; ACKOFF, 1974).

Os resultados discutidos validam que a principal entrega do protocolo não é um diagnóstico ou um plano de ação, mas sim um problema formalmente estruturado, composto por elementos observáveis, relações causais explicitadas e critérios objetivos de validação.

A aplicação apresentada evidenciou que o GLYPH pode atuar como um mecanismo de governança do pensamento, organizando a forma como os problemas são compreendidos antes de qualquer tentativa de análise ou solução. Essa característica é especialmente pertinente em sistemas sustentáveis, nos quais decisões baseadas em formulações incompletas podem gerar impactos ambientais, sociais e econômicos de longo prazo (ELKINGTON, 1997).

Do ponto de vista teórico, o GLYPH dialoga diretamente com a tradição da Soft Systems Methodology (SSM) proposta por Checkland (1999), ao reconhecer que problemas em sistemas humanos e organizacionais não são dados objetivos prontos, mas construções que exigem estruturação cuidadosa. O protocolo avança ao formalizar essa estrutura em um modelo canônico explícito, permitindo maior comparabilidade, reutilização entre problemas.

A principal contribuição emergente do GLYPH Protocol manifesta-se quando problemas estruturados passam a ser conectados em rede, dando origem ao conceito de Glyph Problem Network (GPN). Nessa abordagem, cada problema deixa de ser uma descrição isolada e passa a ser tratado como uma unidade estruturada de dados, passível de conexão com outros problemas por meio de relações causais, contextuais ou estruturais. Essa perspectiva inaugura um paradigma no qual problemas são representados como elementos interdependentes de sistemas complexos, permitindo análise em escala e identificação de padrões recorrentes, identificar padrões sistêmicos recorrentes e compreender cadeias causais distribuídas ao longo do sistema, alinhando-se aos princípios da dinâmica de sistemas (STERMAN, 2000).

Conclui-se que o GLYPH Protocol, juntamente com o Glyph Problem Network (GPN), representa uma contribuição metodológica relevante para a engenharia de produção contemporânea ao reforçar que a qualidade das soluções depende fundamentalmente da qualidade da formulação e da conexão entre os problemas. Nesse sentido, o protocolo não encerra o processo decisório, mas inaugura uma etapa crítica e frequentemente negligenciada: estruturar e compreender problemas de forma sistêmica antes de buscar soluções.

Diferentemente da Soft Systems Methodology (CHECKLAND, 1999), que enfatiza a compreensão contextual e a intervenção local, e da Design Science Research (HEVNER et al., 2004), orientada à construção de artefatos de solução, o GLYPH introduz uma camada adicional voltada à governança de problemas. Essa abordagem permite que organizações não apenas resolvam problemas isolados, mas compreendam sua distribuição, recorrência e interdependência ao longo do sistema, ampliando a capacidade de aprendizado organizacional e tomada de decisão em contextos complexos.

Ao estruturar problemas como entidades formais, comparáveis e conectáveis, o GLYPH viabiliza sua integração com abordagens orientadas a dados, incluindo análise de redes e sistemas de apoio à decisão. Esse movimento configura um deslocamento conceitual no qual problemas passam a ser tratados como dados (problem-as-data), permitindo sua gestão, análise e governança em larga escala. Tal perspectiva amplia significativamente o papel da formulação

de problemas na engenharia de produção contemporânea, posicionando-a como elemento central na inteligência organizacional e sistêmica.

REFERÊNCIAS

ACKOFF, Russell L. Redesigning the future. New York: Wiley, 1974.

CHECKLAND, Peter. Systems thinking, systems practice. Chichester: Wiley, 1999.

ELKINGTON, John. Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business. Oxford: Capstone, 1997.

GEORGE, Michael L. Lean Six Sigma: combining Six Sigma quality with lean production speed. New York: McGraw-Hill, 2002.

GRUBER, Thomas R. A translation approach to portable ontology specifications. Knowledge Acquisition, San Diego, v. 5, n. 2, p. 199–220, 1993.

HEVNER, Alan R. et al. Design science in information systems research. MIS Quarterly, Minneapolis, v. 28, n. 1, p. 75–105, 2004.

ISHIKAWA, Kaoru. What is total quality control? The Japanese way. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1985.

KAHNEMAN, Daniel. Thinking, fast and slow. New York: Farrar, Straus and Giroux, 2011.

MARCH, Salvatore T.; SMITH, Gerald F. Design and natural science research on information technology. Decision Support Systems, Amsterdam, v. 15, n. 4, p. 251–266, 1995.

MINGERS, John. Soft OR comes of age—but not everywhere! Omega, Oxford, v. 39, n. 6, p. 729–741, 2011.

PEFFERS, Ken et al. A design science research methodology for information systems research. Journal of Management Information Systems, Armonk, v. 24, n. 3, p. 45–77, 2007.

ROSENHEAD, Jonathan; MINGERS, John (ed.). Rational analysis for a problematic world revisited: problem structuring methods for complexity, uncertainty and conflict. 2. ed. Chichester: Wiley, 2001.

SIMON, Herbert A. The structure of ill-structured problems. Artificial Intelligence, Amsterdam, v. 4, n. 3–4, p. 181–201, 1973.

STERMAN, John D. Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world. New York: McGraw-Hill, 2000.

VAN AKEN, Joan Ernst. Management research based on the paradigm of the design sciences: the quest for field-tested and grounded technological rules. Journal of Management Studies, Oxford, v. 41, n. 2, p. 219–246, 2004.

ANEXO A – Estrutura Canônica do GLYPH Protocol

O GLYPH Protocol adota uma estrutura canônica obrigatória para formulação de problemas, composta por campos definidos, sequenciais e interdependentes. Essa estrutura tem como finalidade garantir clareza cognitiva, comparabilidade entre problemas e rigor metodológico na etapa de formulação, independentemente do domínio de aplicação.

Cada GLYPH representa um único problema, e este é considerado formalmente estruturado somente quando todos os campos estão preenchidos de forma coerente e válida. A ordem apresentada é obrigatória e reflete a lógica cognitiva do protocolo.

Estrutura Canônica do GLYPH

Campo	Descrição
System	Define o tipo de sistema no qual o problema ocorre (por exemplo: organizacional, industrial, humano, ambiental ou digital). Delimita o domínio de análise e evita ambiguidades conceituais.
Context	Descreve as condições específicas em que o problema se manifesta, incluindo situação, ambientes, momento ou recorrência. O contexto não deve conter interpretações causais ou soluções implícitas.
Symptom	Representa a manifestação observável e recorrente do problema. Deve ser descrito de forma objetiva, mensurável sempre que possível, e sem atribuição de causa.
Impact	Identifica as consequências do problema sobre o sistema, processos, pessoas ou recursos, considerando dimensões como tempo, custo, qualidade, risco ou sustentabilidade.
Variables	Lista os elementos relevantes associados ao problema, que influenciam sua ocorrência ou manifestação. As variáveis não representam causas confirmadas, mas fatores observáveis relacionados ao sistema.
Causal Chain	Estrutura lógica que descreve as relações entre variáveis e sintomas, evidenciando como o problema se configura dentro do sistema. Não deve conter propostas de solução.
Leverage Point	Identifica o ponto de maior influência dentro da cadeia causal, ou seja, o elemento cujo ajuste teria maior potencial de impacto sistêmico.
Success Criteria	Define critérios objetivos e verificáveis que indicariam que o problema deixou de se manifestar ou foi mitigado. Não representa a solução, mas a condição de validação.

Fonte: Elaborado pelos autores.

ANEXO B – Template de Formulação do GLYPH Protocol

Identificação do GLYPH: _____ Data: _____ Elaborado por: _____

Campo	Denominação	Descrição	Espaço para Preenchimento
G1	**System**	Define o tipo de sistema no qual o problema ocorre.	
G2	**Context**	Descreve as condições específicas em que o problema se manifesta.	
G3	**Symptom**	Representa a manifestação observável e recorrente do problema.	
G4	**Impact**	Identifica as consequências sobre o sistema, processos, pessoas ou recursos.	
G5	**Variables**	Lista os elementos relevantes associados ao problema.	

O GLYPH é considerado completo somente quando todos os campos acima estão preenchidos, coerentes entre si e baseados em observações reais. O Canvas não orienta decisões, soluções ou ações corretivas, mantendo-se estritamente no escopo da formulação estruturada do problema.Preenchimento deve respeitar a ordem dos campos e seguir as definições estabelecidas no GLYPH Protocol. O espaço de preenchimento é intencional e não inclui exemplos, a fim de preservar sua neutralidade metodológica do template.

Campo	Denominação	Descrição	Espaço para Preenchimento
G6	**Causal Chain**	Estrutura lógica das relações entre variáveis e sintomas.	
G7	**Leverage Point**	Ponto de maior influência dentro da cadeia causal.	
G8	**Success Criteria**	Critérios objetivos que indicariam mitigação ou resolução do problema.	