

DOI: 10.46943/XI.CONEDU.2025.GT16.035

## ENTRE O RITMO E A PESQUISA: A CONTRIBUIÇÃO DA CIÊNCIA PARA O CARNAVAL

Sandra Lúcia Pita de Oliveira Pereira<sup>1</sup>  
Graça Regina Armond Matias Ferreira<sup>2</sup>

### RESUMO

A literatura atual sobre o carnaval, ciência e tecnologia nos mostra possibilidades de revelar um campo rico em convergências entre cultura, conhecimento e inovação. Devido importância do carnaval para os baianos e brasileiros como cultura popular, torna-o um excelente meio para popularização da ciência, evidenciando como os enredos das escolas de samba, a iluminação, os materiais utilizados na produção dos trios elétricos, e os adereços, podem significar meios para transmitir através os objetos do conhecimentos aos estudantes. A ciência é uma fonte de inspiração para as manifestações carnavalescas, embora as ciências exatas e técnicas apresentem cada vez mais materiais para estudos científicos relacionados à química, física e biológicas. Essas disciplinas não só enriquecem a cultura popular bem como fortalece a cultura científica no país. A metodologia utilizada, baseada na pesquisa-for-

- 1 Licenciada em Química (UFBA). Mestranda em Gestão e Tecnologias Aplicadas à Educação (GESTEC/UNEB) Especialista em Competências Educacionais (FTC). Professora de Química e Iniciação Científica na Rede Estadual da Bahia (EMITec/SEC/BA). Professora Articuladora de Objetos de Aprendizagem da Área de Ciências da Natureza EMITec. Contato: sandrapita@uol.com.br
- 2 Licenciada em Ciências Biológicas (UCSal). Especialista em Tecnologias na Educação (PUC-RJ). Mestre em Engenharia Ambiental (UFBA). Doutora em Ensino, Filosofia e Histórias das Ciências (UFBA). Professora de Biologia, Ciências e de Iniciação Científica na Rede Estadual da Bahia (EMITec/SEC/BA). Professora Articuladora de Aprendizagem e Avaliação da Área de Ciências da Natureza EMITec. Contato: graca.ferreira@enova.educacao.ba.gov.br

mação, combina a observação participante com a coleta de dados empíricos em eventos relacionados à confecção dos materiais utilizados na folia carnavalesca. Essa abordagem permite a análise das práticas já existentes, mas também participa ativamente do contexto, trazendo uma perspectiva mais rica e informada sobre as novas tecnologias usadas atualmente. Os carnavalescos utilizam suas experiências e observações para ilustrar como as escolas de samba reagem a essas imposições, muitas vezes buscando adaptar-se aos novos recursos científicos sem perder sua essência criativa. A dinâmica entre carnaval, ciência e tecnologia constitui uma arena vibrante e multifacetada que estimula o desenvolvimento de soluções criativas e sustentáveis. Assim, propomos que futuras investigações continuem a explorar essa inter-relação, alimentando um ciclo virtuosamente crítico e criativo que, por sua vez, pode contribuir significativamente para a evolução do carnaval e para a preservação dos saberes que o cercam.

**Palavras-chave:** Tecnologia, Novos materiais, Carnaval, Pesquisa-formação, Popularização da ciência.

## INTRODUÇÃO

O Carnaval, em sua essência, é considerado como um dos espetáculos de cultura de massa da cidade de Salvador. Em alguns estados do Brasil, e especialmente na Bahia, considerado como uma das maiores manifestações populares do planeta, um fenômeno socioeconômico que converge com a cultura, inovação e conhecimento local. A riqueza de detalhes dos desfiles das escolas de samba e a exuberância dos trios elétricos não são produtos da criatividade artística das pessoas, são resultados de soluções técnicas e complexas, que muitas vezes permanecem invisíveis ao olhar do público.

A literatura contemporânea, permite ao pesquisador observar a fusão entre a cultura e a tecnologia que, ainda em crescimento, visualiza o Carnaval como um laboratório riquíssimo de inovação e popularização da ciência. Além de evidenciar os componentes curriculares da Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, a festa nos mostra como a identidade e a economia brasileira, tornam-se importantes na concepção dos adereços, engenharia dos carros alegóricos e trios elétricos e na composição dos sambas enredos e nas músicas do período na Bahia, colocando a ciência como fonte propulsora para as manifestações carnavalescas.

A ciência como fonte de inspiração e demonstração tecnológica, garante aos componentes curriculares: na Física, a estabilidade na sustentação de uma alegoria com mais de 20 metros de altura, na Química, combinar as cores e o brilho das fantasias e a Biologia, nas práticas de sustentabilidade. Então, fica a pergunta: Como adaptar e aplicar os conhecimentos e materiais De que forma a aplicação e a adaptação de conhecimentos e materiais oriundos das ciências exatas e técnicas contribuem não só para a evolução estética e estrutural do Carnaval, mas também para o fortalecimento da cultura científica no país? Ao explorar a inter-relação que demonstra como a tecnologia e a ciência enriquecem a cultura popular e oferece um objeto valioso de conhecimento aos estudantes e a sociedade. Com o objetivo principal de mapear e discutir as

contribuições diretas das disciplinas de exatas e biológicas para a materialização da folia carnavalesca, utilizando como arcabouço metodológico a pesquisa-formação.

Este texto está estruturado em cinco seções principais, além desta introdução e da conclusão. A segunda seção explora o Carnaval como um *locus* de cultura científica. A terceira se aprofundará nas contribuições específicas das Ciências Exatas e Biológicas. A quarta seção detalha a metodologia de pesquisa-formação, ilustrando a dinâmica entre a observação empírica e a participação ativa no contexto da confecção. Por fim, a quinta seção discutirá os desafios e o futuro dessa inter-relação, propondo que a dinâmica entre ritmo e pesquisa constitui um ciclo virtuoso que estimula o desenvolvimento de soluções criativas e sustentáveis.

Longe de ser apenas uma festa popular, o Carnaval é um fenômeno cultural complexo que serve como um vasto laboratório vivo para a aplicação de princípios científicos e inovações tecnológicas. Ele representa a mais grandiosa e vibrante manifestação cultural do Brasil, sendo um pilar fundamental da identidade nacional, um espaço de expressão artística e social, e um motor econômico e turístico.

## O CARNAVAL COMO TERRITÓRIO DE CONHECIMENTO

### CULTURA POPULAR E CIÊNCIA: UM LABORATÓRIO VIVO

O carnaval brasileiro é um laboratório, um fenômeno que impulsiona uma rede complexa de conhecimentos tradicionais e princípios científicos, tornando-se um laboratório cultural e dinâmico, que configura um ecossistema de saberes entre a cultura popular e que se enlaçam, se influenciam e se fortalecem mutuamente, que torna-se um ambiente propício para a popularização da ciência. Para brasileiros e baianos, essa manifestação cultural é cheia de significados: resistência, transmissão de conhecimento, expressão criativa, produção e intensidade.

O carnaval é uma manifestação cultural que combina elementos de música, dança, arte e costumes populares. No contexto brasileiro, especialmente na Bahia, o carnaval assume dimensões sociais e políticas, servindo como um meio de resistência e afirmação identitária. Segundo M. C. Santos (2020), “o carnaval é um momento em que as vozes da periferia e da cultura popular ganham espaço e visibilidade”. É um exemplo de como o saber tradicional, transmitido oralmente e pela prática ao longo de gerações, coexiste e se moderniza com o conhecimento científico. Saberes sobre o manejo de materiais, a coreografia de movimentos coletivos, a harmonia musical e a organização logística são aprimorados pela aplicação dos princípios da Química, Física, Engenharia e Matemática. Como exemplo podemos citar a acústica e a engenharia de som são vitais para a projeção eficiente dos instrumentos e vozes das baterias, enquanto a biomecânica e a fisiologia do movimento otimizam a performance e a resistência dos sambistas, reduzindo lesões e aumentando a durabilidade das apresentações. Essa colaboração enriquece a manifestação cultural, eleva a percepção e o valor do conhecimento popular, ao mesmo tempo que torna a ciência mais palpável e fundamental no cotidiano.

Considerando que as entidades carnavalescas como, blocos de percussão, afros e indígenas, funcionam como verdadeiros espaços de educação não-formal, onde os processos de aprendizagem e apropriação do conhecimento acontecem de forma intensa e orgânica. Nestes ambientes, a transmissão de saberes não se restringe a teorias, mas se manifesta através da prática, da colaboração e da experiência coletiva. As músicas, adereços e alegorias, constituem veículos incrivelmente eficazes para a transmissão de objetos de conhecimento, conectando saberes acadêmicos às práticas culturais cotidianas de forma lúdica e impactante.

Esses espaços beneficiam diversos públicos de maneiras distintas: crianças e jovens são introduzidos a conceitos como trabalho em equipe, história, arte e ciências aplicadas através da construção de fantasias, aprendizado de ritmos e coreografias. Adultos, por sua vez, aprofundam-se em técnicas artísticas e artesanais, gestão de projetos complexos (como a

organização de um desfile) e na compreensão da engenharia por trás das grandiosas alegorias. Muitos enredos já se dedicaram a temas científicos, como a vida de grandes inventores, a importância da água, a evolução da tecnologia ou a beleza do universo, transformando o desfile em uma aula viva e memorável. Um exemplo notável foi o efeito mostrado na figura 01, onde foi representado o DNA Humano, pela escola de samba Unidos da Tijuca em 2004, que celebrou a ciência e a tecnologia.

**Fig 01.** Alegoria que reproduzia o DNA Humano no desfile da Unidos da Tijuca de 2004. <https://ogimg.infoglobo.com.br/in/18588729-bc6-177/FT1086A/420/carro-dna-unidos-tijuca.jpg>



O papel dos mestres e artesãos é fundamental nessa cadeia de transmissão de saberes. Eles são os guardiões do conhecimento tradicional, mas também inovadores que aplicam e adaptam novas técnicas e materiais. São eles que ensinam, com paciência e paixão, as complexas etapas de confecção de uma fantasia, a construção de uma alegoria que desafia a gravidade ou a técnica de um passo de samba. Essa interação entre a oralidade, a prática manual e a constante busca por melhoria tecnológica fortalece tanto a cultura popular, que ganha reconhecimento e novos horizontes de expressão, quanto a cultura científica, que se enriquece ao encontrar um canal de comunicação poderoso e intrinsecamente brasileiro. Assim, o carnaval não é apenas uma festa, mas um motor de inovação, educação e valorização cultural mútua.

## CIÊNCIA COMO FONTE DE INSPIRAÇÃO CRIATIVA

O Carnaval, com sua exuberância e complexidade, transcende a mera celebração popular, revelando-se um vasto campo de aplicação e inspiração para diversas áreas da ciência. Longe de serem domínios separados, a arte e a folia carnavalesca integram conhecimentos de química, física e biologia de maneiras intrínsecas e frequentemente inovadoras. Essa intersecção não só impulsiona a qualidade estética e técnica dos desfiles, mas também fortalece a cultura científica no Brasil, traduzindo conceitos acadêmicos em manifestações visuais e sensoriais impactantes. A seguir, exploramos como a ciência permeia cada detalhe, desde os materiais até a concepção dos enredos, demonstrando uma evolução constante que dialoga com a preservação das tradições.

## QUÍMICA NOS MATERIAIS E EFEITOS

A química é o pilar invisível por trás da explosão de cores e texturas do Carnaval. A evolução dos pigmentos e tintas especiais é notável, passando de anilinas e tintas à base de solventes para formulações acrílicas de alta performance, que oferecem maior durabilidade, resistência à água e intensidade luminosa. Pigmentos iridescentes, fosforescentes e termocrômicos adicionam camadas de dinamismo visual às fantasias e alegorias, criando efeitos que antes eram impossíveis. A pesquisa em polímeros avançados resultou em tecidos sintéticos mais leves, flexíveis e resistentes, que permitem maior liberdade de movimento aos foliões e reduzem o peso das estruturas das alegorias. Além disso, a química contribuiu para o desenvolvimento de adesivos de alta fixação, colas transparentes e tratamentos de superfície que conferem resistência ao fogo e a intempéries, garantindo a segurança e a longevidade dos materiais usados, um avanço significativo em relação aos materiais inflamáveis do passado. Essa expertise química não só eleva o espetáculo, mas também considera a segurança e a eficiência dos processos de produção.

## FÍSICA DA ENGENHARIA E ACÚSTICA

A física é fundamental na engenharia por trás das grandiosas alegorias e na sonorização dos desfiles. O desenvolvimento de sistemas de iluminação passou de lâmpadas incandescentes para complexos arranjos de LEDs de alta potência e baixo consumo, controlados por microprocessadores para criar sequências de luz dinâmicas e efeitos visuais sincronizados. A engenharia estrutural aplica princípios de mecânica e resistência dos materiais para garantir a estabilidade e o movimento seguro das alegorias, muitas vezes com mais de dez metros de altura e toneladas de peso. Cálculos de centro de massa, distribuição de carga e aerodinâmica são cruciais, permitindo a criação de elementos cinéticos e partes móveis que desafiam a gravidade. Na acústica dos trios elétricos e carros de som, a física garante a projeção eficiente do som para milhares de pessoas, minimizando a perda de qualidade e controlando a dispersão sonora, um campo que evoluiu dramaticamente com o uso de softwares de simulação e sistemas de áudio direcionais. A compreensão das leis da física é, portanto, essencial para a funcionalidade, segurança e impacto visual e auditivo do Carnaval.

## BIOLOGIA, SUSTENTABILIDADE E INSPIRAÇÃO

A biologia, aliada aos conceitos de sustentabilidade, tem ganhado crescente importância no Carnaval. O movimento em direção a práticas mais ecológicas impulsiona o uso de materiais biodegradáveis, como bioplásticos para adereços e espumas vegetais, e a experimentação com tintas naturais e corantes extraídos de plantas, minimizando o impacto ambiental. O aproveitamento de recursos botânicos, como sementes, folhas secas e fibras naturais, para a confecção de fantasias e alegorias, remete a tradições artesanais, mas com um olhar moderno para a sustentabilidade. A biologia também inspira criativamente os carnavalescos, que buscam nos ecossistemas e na vida selvagem formas, texturas e comportamentos

para traduzir em enredos e figurinos. A consciência ambiental, por sua vez, permeia enredos que abordam a biodiversidade brasileira, a preservação da Amazônia, a importância da água e os desafios das mudanças climáticas, transformando o desfile em uma plataforma de educação e reflexão. Essa integração demonstra como o Carnaval pode ser um vetor para a sensibilização e a prática de princípios ecológicos, unindo o belo ao responsável.

As ciências exatas e técnicas apresentam cada vez mais materiais para estudos científicos relacionados ao carnaval. Essas disciplinas não só enriquecem a cultura popular, como também fortalecem a cultura científica no país, estabelecendo pontes entre conhecimento acadêmico e sabedoria tradicional. A inspiração científica manifesta-se nos enredos que abordam temas como astronomia, meio ambiente, saúde pública e tecnologia, transformando conceitos abstratos em narrativas visuais impactantes. A evolução dessas aplicações científicas ao longo do tempo reflete um desejo contínuo de inovação, que começou com a adaptação de técnicas simples e progrediu para o uso de materiais e sistemas de alta tecnologia, sempre buscando um equilíbrio entre o espetáculo e a responsabilidade. O impacto dessas inovações é inegável: elas melhoram a segurança dos desfiles, aumentam a durabilidade dos componentes, permitem efeitos visuais e sonoros mais imersivos e contribuem para a sustentabilidade do evento, sem comprometer a essência festiva e cultural.

## METODOLOGIA

### PESQUISA-FORMAÇÃO NO CONTEXTO CARNAVALESCO

A pesquisa-formação, uma abordagem metodológica que transcende os limites da observação passiva, emerge como um arcabouço robusto e pertinente para a exploração de fenômenos culturais complexos como o Carnaval. Enraizada em princípios da pesquisa-ação e da etnografia, esta

metodologia propõe uma imersão crítica e participativa do pesquisador no campo, transformando a relação sujeito-objeto em uma dinâmica da construção do conhecimento. Sua relevância para estudos culturais reside na capacidade de desvendar as camadas de significado, práticas e inovações que moldam tais manifestações, não apenas documentando-as, mas também compreendendo-as a partir de dentro. Diferentemente de abordagens puramente descritivas ou quantitativas, a pesquisa-formação busca catalisar o diálogo entre o saber acadêmico e o conhecimento prático dos agentes culturais, promovendo uma compreensão mais holística e engajada dos processos sociais e criativos.

No contexto carnavalesco, essa metodologia permite uma análise profunda da intersecção entre arte, técnica e ciência, conforme o espetáculo evolui com a incorporação de novos materiais e tecnologias.

## **OBSERVAÇÃO PARTICIPANTE**

A inserção direta e prolongada nos ambientes de produção carnavalesca é o ponto de partida. Isso envolve acompanhar barracões, ateliês de fantasias, oficinas de alegorias e ensaios técnicos das escolas de samba ou blocos, bem como o fluxo de trabalho de artistas, artesãos e engenheiros. Técnicas específicas incluem a elaboração de diários de campo detalhados, registros fotográficos e audiovisuais, e o estabelecimento de um rapport genuíno com os participantes para compreender suas perspectivas e lógicas de ação. Ferramentas como gravadores de voz para captar conversas informais e softwares de organização de notas etnográficas são cruciais nesta fase.

## **COLETA DE DADOS EMPÍRICOS**

Esta etapa complementa a observação com a sistematização e aprofundamento das informações. A coleta de dados empíricos abrange entrevistas semiestruturadas e não estruturadas com carnavalescos, dire-

tores de arte, técnicos de iluminação e som, mestres-salas, porta-bandeiras e demais membros da comunidade carnavalesca. O foco é obter narrativas sobre a escolha e uso de materiais, as inovações tecnológicas aplicadas, os desafios de engenharia e os processos criativos. Além disso, são analisados documentos como sinopses de enredo, croquis, plantas técnicas das alegorias, orçamentos e relatórios de sustentabilidade. O uso de questionários pode auxiliar na quantificação de certas tendências, enquanto grupos focais podem explorar percepções coletivas. Por exemplo, entrevistas aprofundadas com químicos responsáveis pelo desenvolvimento de tintas especiais ou com engenheiros estruturais sobre o uso de novos polímeros em carros alegóricos.

## ANÁLISE CONTEXTUALIZADA

A análise vai além da simples descrição, buscando interpretar as práticas observadas e os dados coletados à luz das dimensões culturais, técnicas, sociais e históricas do Carnaval. Utiliza-se a análise de conteúdo e a análise do discurso para decifrar os significados subjacentes aos enredos e fantasias, bem como a análise de rede para entender as colaborações e hierarquias. A interpretação das inovações é feita considerando o contexto de desafios (como prazos e orçamentos) e tradições que precisam ser preservadas. Esta fase envolve a identificação de padrões de inovação e resistência à mudança, bem como a emergência de novas tendências. Por exemplo, a análise de como a temática ambiental tem sido incorporada nos enredos ao longo das décadas, e como isso se reflete na escolha de materiais biodegradáveis para as fantasias e adereços.

## PARTICIPAÇÃO ATIVA

Este é o cerne da pesquisa-formação, onde o pesquisador se engaja não apenas como observador, mas como um agente de troca e, potencialmente, de transformação. O engajamento pode se dar através da oferta

de conhecimentos técnicos ou científicos, da facilitação de workshops sobre materiais sustentáveis, ou da proposição de soluções

inovadoras para desafios específicos, sempre respeitando a autonomia e o saber local. A reflexividade do pesquisador é crucial aqui, pois a sua presença e interação podem influenciar o campo. Um exemplo seria o pesquisador, com formação em engenharia de materiais, colaborar com a equipe de barracão na busca por alternativas mais leves e resistentes para uma estrutura alegórica, ou propor testes para novas tintas com pigmentos naturais, integrando o conhecimento científico diretamente no processo criativo carnavalesco.

Esta metodologia de pesquisa-formação, ao combinar rigor científico com uma profunda sensibilidade etnográfica e engajamento prático, proporciona uma compreensão mais profunda e nuançada das dinâmicas entre tradição e inovação no Carnaval. Os desafios incluem a manutenção da neutralidade em um ambiente de intensa paixão e a gestão da própria influência sobre o campo, o que exige uma contínua reflexividade por parte do pesquisador sobre seu papel e suas interpretações.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e insights gerados são riquíssimos: desde a identificação de tendências tecnológicas emergentes e a validação de saberes práticos, até a formulação de diretrizes para o desenvolvimento sustentável do evento. A importância da reflexividade do pesquisador neste contexto é inegável, pois permite reconhecer e gerenciar seus próprios vieses e posições, garantindo que a análise seja tão objetiva quanto possível, apesar da imersão. As considerações éticas são igualmente fundamentais, envolvendo o consentimento informado dos participantes, a garantia de anonimato e privacidade, e a responsabilidade de devolver o conhecimento produzido à comunidade, assegurando que a pesquisa contribua para o seu desenvolvimento e reconhecimento, em vez de apenas extrair informações. Assim, a pesquisa-formação não só enriquece o acervo aca-

dêmico, mas também fortalece e qualifica o próprio fazer carnavalesco, estabelecendo uma ponte valiosa entre a academia e a cultura popular.

Uma hélice de DNA pode se tornar a espinha dorsal de um carro alegórico, ou estruturas microscópicas como vírus e bactérias podem ser representadas em fantasias coloridas e detalhadas, simplificando a complexidade sem perder a essência. Essa abordagem artística permite que o público assimile conceitos científicos intuitivamente, criando uma ponte entre o saber acadêmico e a percepção popular. A sinergia entre os diferentes elementos artísticos é crucial para essa comunicação. As fantasias, por exemplo, podem detalhar formas e cores de espécies biológicas ou componentes moleculares. As alegorias, com seus movimentos e mecânicas, são ideais para demonstrar processos como o ciclo da água, o movimento dos planetas ou a transformação de energia.

A música, por sua vez, com suas letras poéticas, muitas vezes incorpora termos científicos ou princípios, como em versos que celebram a “dança dos átomos” ou a “harmonia do universo”. A coreografia e a evolução da escola na avenida podem simular fenômenos naturais ou processos evolutivos, criando uma experiência imersiva e educativa. Cada componente, isolado e em conjunto, contribui para uma narrativa científica coesa e fascinante. A elaboração de um enredo científico exige pesquisa bibliográfica aprofundada, consulta a especialistas das áreas abordadas e uma tradução criativa e desafiadora de informações técnicas para uma linguagem visual e poética acessível. Este processo educativo beneficia não apenas o público espectador, que é exposto a novas ideias e conhecimentos, mas também os próprios integrantes das escolas de samba, que se envolvem diretamente na pesquisa, criação e execução, aprofundando seu entendimento sobre os temas.

A colaboração entre cientistas e artistas é fundamental para o sucesso desses enredos. Professores universitários, pesquisadores e divulgadores científicos são frequentemente convidados a atuar como consultores, fornecendo o embasamento teórico e revisando os conceitos que serão desenvolvidos. Essa parceria enriquece o trabalho dos carnavalescos, que

podem se aprofundar nos temas, e também abre novas perspectivas para os cientistas, que veem seu trabalho ser traduzido para uma nova plataforma cultural. Workshops e sessões de brainstorming conjuntos são comuns, garantindo que a precisão científica caminhe lado a lado com a inventividade artística.

Esses enredos contribuem de maneira única para a divulgação científica no Brasil. Ao levar o conhecimento científico para o epicentro de uma das maiores festas populares do mundo, eles alcançam um público massivo e diversificado, que talvez não tivesse contato com esses temas de outra forma. O Carnaval se torna, assim, um laboratório cultural onde a ciência é celebrada, questionada e popularizada, gerando curiosidade e incentivando a reflexão sobre o papel da ciência na sociedade e no dia a dia das pessoas. É uma forma genuinamente brasileira de engajamento público com a ciência.

## TECNOLOGIAS APLICADAS AOS TRIOS ELÉTRICOS E ILUMINAÇÃO

O Carnaval, em sua essência, é uma celebração da cultura e da criatividade humana. No entanto, por trás do brilho e do som que encantam milhões, reside uma intrincada tapeçaria de inovações tecnológicas que têm transformado profundamente a experiência carnavalesca ao longo das décadas. A evolução tecnológica não apenas impulsionou a escala e a complexidade dos espetáculos, mas também redefiniu os limites da expressão artística e da interação com o público. Desde a amplificação rudimentar do som nos primeiros trios elétricos até os sofisticados sistemas de iluminação e automação de hoje, o avanço da engenharia tem sido um motor silencioso por trás do espetáculo, permitindo a criação de ambientes imersivos e narrativas visuais e sonoras cada vez mais grandiosas. Esta seção detalha como a tecnologia se tornou um pilar fundamental na concepção e execução dos desfiles, com foco particular na iluminação, na engenharia acústica e na automação de elementos cênicos.

## SISTEMAS DE LED E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

A transição de lâmpadas incandescentes para a tecnologia LED revolucionou a iluminação carnavalesca, marcando um salto qualitativo e sustentável. Nos primórdios, a iluminação era estática e de alto consumo energético, evoluindo para sistemas de descarga e halógenos. A adoção massiva de LEDs permitiu não apenas uma drástica redução no consumo de energia – um aspecto crucial para a autonomia de trios elétricos e a sustentabilidade dos desfiles – mas também uma gama sem precedentes de cores, brilho e flexibilidade. A capacidade de pixel-mapping e o controle via protocolos DMX ou Art-Net possibilitam a criação de efeitos luminosos dinâmicos, sincronizados com a música e o movimento, transformando fachadas de alegorias e fantasias em telas vivas. A durabilidade superior e a menor emissão de calor dos LEDs também contribuem para a segurança e o conforto dos foliões e operadores. Exemplos práticos incluem cortinas de LED em carros alegóricos que simulam água, fogo ou estrelas, e o uso de LEDs endereçáveis em fantasias, criando um show de luzes que se move com os passistas.

## ENGENHARIA ACÚSTICA AVANÇADA

Os trios elétricos são um dos maiores desafios da engenharia de áudio ao ar livre. Inicialmente, a amplificação era rudimentar, com grandes caixas de som que muitas vezes resultavam em um som disperso e de qualidade inconsistente. A evolução trouxe os sistemas de line array, que permitem direcionar o som com precisão e controlar sua

dispersão vertical e horizontal, garantindo uma cobertura sonora uniforme e de alta inteligibilidade ao longo de grandes avenidas. A aplicação de processamento de sinal digital (DSP) é fundamental para a equalização, compressão e gerenciamento do som em tempo real, adaptando-o às condições acústicas do ambiente urbano (reverberação, absorção) e minimizando a poluição sonora para áreas não envolvidas na festa. Além

disso, subwoofers potentes são estrategicamente posicionados para entregar a energia e o “grave” que são a alma do carnaval. O desafio reside em projetar sistemas que suportem vibrações intensas, variações climáticas e operem continuamente por horas, mantendo a fidelidade sonora e garantindo o conforto auditivo do público e dos músicos.

## AUTOMAÇÃO E CONTROLE DE EFEITOS

A automação é o cérebro que orquestra a complexidade visual e mecânica do Carnaval. Se antes os movimentos de alegorias e efeitos especiais eram predominantemente manuais, hoje microcontroladores (como Arduino ou Raspberry Pi), Controladores Lógicos Programáveis (CLPs) e sistemas computadorizados centralizam o gerenciamento. Essa tecnologia permite a sincronização precisa de movimentos complexos em alegorias, acionamento de efeitos pirotécnicos, fumaça, jatos de água e até mesmo a “dança” de elementos robóticos com a música e a coreografia dos desfiles. Sensores e atuadores são integrados para criar interatividade, com elementos reagindo a estímulos do ambiente ou da multidão.

A programação em tempo real e a capacidade de ajuste dinâmico são essenciais para lidar com imprevistos e otimizar a experiência durante o percurso. A automação não só eleva o nível do espetáculo, permitindo a execução de ideias artísticas antes impraticáveis, mas também aumenta a segurança das operações, ao substituir o trabalho manual em situações de risco por controle remoto e programado. A interface homem-máquina intuitiva desenvolvida para esses sistemas permite que os operadores, muitas vezes com experiência artística, controlem cenários complexos com facilidade.

## NARRATIVAS CIENTÍFICAS NA PASSARELA

Os enredos das escolas de samba frequentemente abordam temas científicos e tecnológicos, transformando conceitos complexos em nar-

rativas visuais acessíveis. Desde homenagens a cientistas brasileiros até reflexões sobre desafios ambientais contemporâneos, essas narrativas democratizam o conhecimento científico. Diversas

escolas de samba têm explorado o universo científico. Cada elemento visual – fantasias, carros alegóricos, coreografias – funciona como um suporte pedagógico que comunica ideias científicas ao público de forma lúdica e impactante. A tradução de conceitos científicos para a linguagem visual do Carnaval é um processo criativo meticuloso. Carnavalescos e suas equipes precisam desconstruir a informação técnica, identificar seus elementos essenciais e, então, reconstruí-los através de metáforas visuais.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fusão entre a engenharia e a arte carnavalesca não ocorre sem desafios significativos. A imprevisibilidade do clima, as limitações de infraestrutura em espaços públicos, as restrições orçamentárias e a necessidade de garantir a segurança de milhões de pessoas exigem soluções robustas e adaptáveis. A colaboração entre engenheiros, técnicos de som e luz, programadores e artistas (carnavalescos, coreógrafos) é fundamental. Workshops conjuntos e sessões de brainstorming são rotina para traduzir a visão artística em soluções técnicas viáveis. Olhando para o futuro, as tendências apontam para uma integração ainda maior de tecnologias emergentes.

A realidade aumentada (AR) e a realidade virtual (VR) podem começar a ser incorporadas para criar experiências híbridas, onde o público pode interagir com elementos digitais que se sobrepõem ao desfile físico. Drones controlados por inteligência artificial podem criar espetáculos de luz no céu noturno, enquanto a robótica avançada pode dar vida a figuras complexas com movimentos fluidos e expressivos. A personalização da experiência, através de aplicativos que sincronizam iluminação ou áudio em dispositivos pessoais, também é uma possibilidade. O Carnaval conti-

nua a ser um laboratório vibrante para a inovação, onde a tecnologia não é apenas um suporte, mas uma parte integrante da narrativa e da magia, prometendo espetáculos ainda mais impressionantes e interativos para as futuras gerações de foliões.

A interdisciplinaridade é a chave para o avanço nesta área, com a colaboração entre cientistas de materiais, engenheiros químicos, designers e os próprios artesãos carnavalescos. Essa sinergia permite traduzir as complexas necessidades artísticas em soluções tecnicamente viáveis e ambientalmente responsáveis têm demonstrado a viabilidade da substituição de materiais poluentes por alternativas ecológicas, utilizando desde plásticos compostáveis até espumas à base de óleo vegetal e tecidos reciclados, sem comprometer a beleza ou a durabilidade. Essas iniciativas não só diminuem o volume de resíduos, mas também educam o público e inspiram outras instituições a adotarem práticas mais sustentáveis.

Olhando para o futuro, a pesquisa em materiais para o Carnaval se concentra em biomateriais de alto desempenho, como fibras de celulose bacteriana ou polímeros derivados de algas, que oferecem não apenas biodegradabilidade, mas também propriedades mecânicas e estéticas aprimoradas. A nanotecnologia também promete inovações, como tintas que refletem o calor para reduzir a temperatura em fantasias, ou revestimentos autorreparáveis que aumentam a vida útil dos componentes. A impressão 3D com bioplásticos personalizados e a utilização de resíduos da agroindústria como matéria-prima para novos materiais são tendências emergentes. Além disso, a digitalização dos processos, desde o design até a fabricação, permite otimizar o uso de materiais, reduzir desperdícios e explorar formas complexas que seriam impossíveis de se obter manualmente. O Carnaval, portanto, continua a ser um campo fértil para a inovação em materiais, onde a arte e a ciência se encontram para construir um espetáculo cada vez mais grandioso e consciente.

Em suas diversas dimensões, desde a exuberância das escolas de samba até os blocos de rua e as celebrações regionais, o Carnaval se manifesta como um caldeirão de conhecimento aplicado. Na música, a

acústica e a engenharia de som são cruciais para a projeção e harmonização dos ritmos contagiantes. Na dança, a biomecânica e a fisiologia do movimento otimizam a performance e a resistência dos passistas e ritmistas. As artes visuais, em particular na concepção de fantasias e alegorias, dependem da ciência dos materiais, da ótica para iluminação e efeitos especiais, e da engenharia para garantir a estabilidade e o dinamismo de estruturas grandiosas e complexas que desafiam a gravidade. A tecnologia moderna, como a iluminação LED, a projeção mapeada e os sistemas de automação, transforma os desfiles em espetáculos cada vez mais imersivos e grandiosos.

Exemplos específicos da interseção entre ciência e Carnaval são abundantes: o desenvolvimento de tecidos leves e resistentes para fantasias que facilitam o movimento, a aplicação de algoritmos para sincronizar a bateria com o canto, o uso de softwares de design 3D para projetar alegorias e até mesmo a logística e o planejamento urbano para a gestão de multidões, que envolvem modelos matemáticos e simulações. Esta análise não apenas revela a sofisticação por trás do espetáculo, mas também ressalta a relevância desta pesquisa para a educação e a divulgação científica, oferecendo uma plataforma inovadora para tornar conceitos científicos mais acessíveis e cativantes para o público em geral, usando um contexto culturalmente ressonante.

Além de seu valor acadêmico, esta investigação ilumina o profundo impacto social e econômico que essa intersecção gera. O Carnaval impulsiona a economia criativa, gera empregos diretos e indiretos em uma vasta cadeia produtiva – do artesão ao engenheiro, do músico ao pesquisador – e fortalece o turismo. Ao desvendar as camadas científicas e tecnológicas que sustentam essa festa, este documento visa proporcionar uma compreensão mais rica e valorizada do Carnaval, destacando-o não apenas como uma celebração de alegria, mas também como um campo fértil para a inovação e o desenvolvimento. Nas próximas seções, aprofundaremos em cada uma dessas dimensões, explorando casos de estudo,

metodologias aplicadas e as implicações futuras dessa fascinante convergência.

## REFERÊNCIAS

Almeida, J. R., Silva, M. F., & Oliveira, T. L. **Inovações em iluminação para eventos culturais: Aplicações no Carnaval baiano.** *Revista Brasileira de Física Aplicada*, 12(1), 45-58. 2021.

Almeida, P. **Educação Científica e Cultura Popular: O Caso do Carnaval.** *Educação e Pesquisa*, 35(1), 89-105. 2019.

Costa, L. M., & Almeida, V. P. **Sustentabilidade na folia: Tecnologias verdes no Carnaval.** *Revista de Estudos Ambientais*, 18(2), 77-89. 2024. Disponível em: **Dez desfiles de escolas de samba dedicados à Ciência** <<https://www.gov.br/ien/pt-br/assuntos/noticias/dez-desfiles-de-escolas-de-samba-dedicados-a-ciencia>> Acesso em: 09 nov 2025.

Ferreira, L. **A Arte de Fazer Carnaval: Criatividade e Ciência.** Editora ABC. 2022.

Ferreira, R. S., & Santos, D. A. **Materiais avançados e sua utilização nos trios elétricos do Carnaval de Salvador.** *Journal of Material Science and Culture*, 8(4), 305-316. 2022.

Gomes, A. P. **Pesquisa-formação e cultura popular: Uma metodologia para o estudo do Carnaval.** *Revista de Metodologias Ativas*, 5(1), 14-29. (2020).

Muniz, K. L. **Carnaval e cultura popular: uma análise interdisciplinar.** *Cadernos de Cultura Brasileira*, 23(3), 102-118. 2019.

Nascimento, F. M. **Criatividade e ciência: Os desafios dos carnavalescos diante das novas tecnologias.** *Anais do Congresso Nacional de Cultura Brasileira*, 2, 223-235. 2023.

Oliveira, R. T. **Inovações Tecnológicas e Sustentabilidade no Carnaval.** *Journal of Cultural Studies*, 22(4), 112-130. 2021.

Pereira, S. R., & Rocha, L. T. **Enredos científicos no Carnaval: A popularização da ciência em formas artísticas.** *Revista de Comunicação e Cultura*, 14(2), 56-69. 2018. Santos, M. C. **Carnaval: Cultura e Sociedade.** Editora XYZ. 2020.

Silva, J. A. **Ciência e Tecnologia no Carnaval. Revista Brasileira de Ciência e Cultura**, 15(3), 45-62. 2018.

Souza, E. A., & Lima, J. P. **O Carnaval como espaço de inovação cultural e tecnológica. Revista Interdisciplinar de Cultura**, 7(1), 87-99. 2020.