

## **Aplicação do Kanban em aulas práticas de Análise Instrumental**

### **Application of Kanban in practical classes of Instrumental Analysis.**

**Letícia Coli Louvise de Abreu**

Instituto Federal do Rio de Janeiro – campus Duque de Caxias  
leticia.abreu@ifrj.edu.br

**Adney Luis Anjos da Silva**

Instituto Federal do Rio de Janeiro – campus Duque de Caxias  
adney.silva@ifrj.edu.br

**Priscila Maia Pereira**

Instituto Federal do Rio de Janeiro – campus Duque de Caxias  
priscila.pereira@ifrj.edu.br

**Julio Page de Castro**

Instituto Federal do Rio de Janeiro – campus Duque de Caxias  
julio.castro@ifrj.edu.br

#### **Resumo**

O ensino de Análise Instrumental (ANIN) é fundamental para a formação de técnicos em diversas áreas, pois combina teoria, prática e diversos conceitos químicos na identificação qualitativa e quantitativa de substâncias químicas. Durante as aulas práticas de ANIN, é comum que os alunos se sintam um pouco perdidos, já que a prática envolve várias etapas até a conclusão dos experimentos. Nesse sentido, a utilização do kanban nas aulas tem como objetivo tornar as etapas a serem seguidas explícitas, gerenciar o processo, identificar as etapas mais desafiadoras e promover a melhoria contínua das práticas pedagógicas por meio da inovação em educação.

**Palavras chave:** Kanban, aulas práticas, Análise Instrumental

#### **Abstract**

The teaching of Instrumental Analysis (ANIN) is of paramount importance for the training of technicians in various fields, as it combines theory, practice, and various chemical concepts in the qualitative and quantitative elucidation of chemical substances. During ANIN practical

classes, it is common for students to feel somewhat lost since the practice involves several steps until the completion of all experiments. Consequently, the use of kanban in classes aims, among other things, to make the steps to be followed and completed explicit, manage the process, identify the most challenging steps, and promote continuous improvement of pedagogical practices from the perspective of innovation in education.

**Key words:** Kanban, practical class, Instrumental Analysis

## Introdução

O Kanban é um subsistema do Sistema Toyota de Produção, que foi criado na década de 60 com o objetivo de controlar os níveis de estoque, produção e fornecimento de componentes e, em alguns casos, de matéria-prima (LAGE JUNIOR; GODINHO FILHO, 2010). Esse sistema foi desenvolvido para tornar simples e rápida a programação, controle e acompanhamento de sistemas de produção em lotes (LEITE *et al.*, 2004). A palavra "Kanban" é de origem japonesa e significa "registro visível" ou "parte visível" quando traduzida para o português (RAHMAN; SHARIF; ESA, 2013). O Kanban é amplamente utilizado em todo o mundo e utiliza cartões para gerenciar a entrega e/ou produção de peças, itens ou matéria-prima, por isso é comumente associado ao significado de "cartão" (AGUIAR & PEINADO, 2007; LAGE JUNIOR & GODINHO FILHO, 2010). A maioria das empresas utiliza algum tipo de sistema de cartões para controlar os materiais de chão de fábrica, como ordens de produção, planilhas de programação, listas de materiais ou estruturas do produto. O Kanban tem diversas aplicações, mas a maioria dos especialistas acredita que ele seja um método de gestão de mudanças que enfatiza os princípios apresentados no quadro 1 (JESPER BOEG, 2011). O Kanban também pode ser usado como uma ferramenta para controlar e acompanhar as atividades de um projeto ou até mesmo de uma aula prática.

**Quadro 1:** Princípios do Sistema Kanban

	Princípios
Sistema Kanban	Visualizar o trabalho em andamento
	Visualizar cada etapa do processo
	Limitar o trabalho em andamento
	Restringir o total de trabalho permitido em cada estágio
	Tornar explícitas as políticas em andamento
	Medir e gerenciar o fluxo, para poder tomar decisões bem embasadas
	Visualizar as consequências de cada decisões tomada
	Identificar oportunidades de melhorias
	Redução do tempo de duração do processo (lead-time)

Fonte: Jesper Boeg, 2011

O sistema Kanban é baseado no uso de sinalizações para ativar a produção e movimentação de itens/procedimentos durante o processo, utilizando cartões confeccionados com material resistente (TUBINO, 1999; LEITE *et al.*, 2004). Esse sistema oferece muitas vantagens no

gerenciamento de operações, melhorando a produtividade e minimizando o desperdício (RAHMAN, SHARIF & ESA, 2013). As três regras básicas para implementar o Kanban são visualizar o fluxo de trabalho, limitar o trabalho em processo e medir e melhorar o fluxo (KLIPP, 2015).

Ao aplicar o sistema Kanban no laboratório, é possível desenvolver uma visão holística sobre todo o procedimento experimental e suas etapas, tornando explícitas as etapas a serem seguidas e concluídas, gerenciando as etapas do processo e identificando as etapas de maiores dificuldades dos grupos. Além disso, promove a autonomia do estudante no planejamento e execução das atividades experimentais, criando um ambiente onde o estudante possa ser protagonista de seu processo de aprendizagem e promovendo a melhoria contínua das práticas pedagógicas sob a perspectiva da inovação em educação.

O ensino de Análise Instrumental (ANIN) é de grande importância para a formação de Técnicos em diversas áreas, pois integra teoria e prática, utilizando diferentes conceitos químicos para a determinação qualitativa e quantitativa de substâncias químicas (Castro et al., 2014). O currículo do Curso de Técnico em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ) - campus Duque de Caxias, conta com duas disciplinas de Análise Instrumental (ANIN I e II), cada uma com dois ciclos. O primeiro ciclo é composto por aulas teóricas ministradas em sala de aula convencional, enquanto o segundo ciclo é prático, realizado no laboratório de Análise Instrumental, onde os estudantes têm a oportunidade de realizar análises nos equipamentos e aplicar algumas técnicas analíticas instrumentais (IFRJ, 2012; ALMEIDA BENTO *et al.*, 2013). A disciplina de ANIN I tem na sua ementa os conteúdos de Potenciometria, espectrofotometria molecular e absorção atômica. Já a Disciplina de ANIN II conta com os conteúdos de Cromatografia em fase líquida e Gasosa (IFRJ, 2012). O ciclo de aulas práticas consiste em dividir a turma em 4 grupos. Cada grupo realiza, simultaneamente, uma prática diferente, em sistema rotativo, realizando cada semana uma prática diferente (ALMEIDA BENTO *et al.*, 2013; CASTRO *et al.*, 2014). Isso se deve ao alto custo operacional da disciplina, que envolve equipamentos instrumentais caros. Seria impraticável adquirir equipamentos suficientes para que todos realizassem a mesma prática ao mesmo tempo, tanto em relação ao custo inicial quanto à infraestrutura necessária. Na disciplina de análise instrumental I são realizadas as seguintes práticas: Determinação de fluoreto em enxaguante bucal por curva de calibração e adição-padrão em potenciometria, Determinação do espectro (UV-Vis) do azul de bromofenol, Determinação do teor de AAS em analgésico comercial por Titulação Potenciométrica, e determinação de ácido fosfórico em refrigerante de cola por espectrofotometria molecular UV-Vis.

## Metodologia

### Separação dos grupos e identificação das aulas práticas

No início do semestre as turmas foram divididas em 4 grupos de acordo com o número de estudantes da turma. Posteriormente foi atribuído a cada grupo a aula prática correspondente a cada semana, conforme exemplo explicitado na Tabela 1.

**Tabela 1:** Divisão dos grupos e aulas práticas da disciplina de ANIN I

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Grupo 1	Fluoreto em enxaguante bucal	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> em refrigerante de cola	AAS em analgésico comercial	Espectro do azul de Bromofenol
Grupo 2	Espectro do azul de Bromofenol	Fluoreto em enxaguante bucal	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> em refrigerante de cola	AAS em analgésico comercial
Grupo 3	AAS em analgésico comercial	Espectro do azul de Bromofenol	Fluoreto em enxaguante bucal	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> em refrigerante de cola
Grupo 4	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> em refrigerante de cola	AAS em analgésico comercial	Espectro do azul de Bromofenol	Fluoreto em enxaguante bucal

OBS: na Tabela 1 os títulos das aulas práticas estão resumidos

### Preparo do quadro Kanban

O quadro Kanban é preparado antes do início do ciclo de práticas pelos monitores e técnicos do laboratório. O Kanban é preparado conforme a tabela 2.

Inicialmente é montada uma representação visual do processo, permitindo a visualização de como as tarefas podem mudar de “a fazer” para “feitas”.

**Tabela 2:** Kanban do ciclo de práticas de Análise Instrumental 1

	Fluoreto em enxaguante bucal	Espectro do azul de Bromofenol	AAS em analgésico	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> em refrigerante de cola
A fazer				
Fazendo				
Feito				

### Identificação das etapas de cada aula prática

Com o auxílio do procedimento operacional padrão (POP) de aula prática, cada grupo identifica e separa as etapas principais do seu experimento e anota em um papel colorido de bloco de notas adesivas. Cada prática utiliza uma cor de papel adesivo diferente, a fim de facilitar a identificação de cada prática. Após identificação essas etapas são conferidas pelos professores e coladas na linha “a fazer” da coluna do experimento correspondente no quadro Kanban, montado na parede externa do laboratório.

### Avaliação dos alunos quanto a aplicação do Kanban

Após o encerramento das atividades práticas, foi aplicado um formulário com sete perguntas aos alunos para avaliar se a implementação do kanban foi capaz de melhorar a dinâmica das aulas. Os alunos das disciplinas de Análise Instrumental 1 e 2 foram convidados a participar e responderam às seguintes questões:

1. Em qual disciplina utilizou o kanban?
2. Através do Kanban foi possível um melhor entendimento das etapas a serem seguidas nas aulas práticas?
3. O planejamento prévio da prática(preparo dos cálculos, leitura do POP) foi necessário para melhor aproveitamento do kanban?
4. Apresentou alguma dificuldade em entender o funcionamento do sistema kanban?
5. Acredita que a utilização desse sistema promoveu uma maior autonomia do grupo?
6. Qual foi a sua maior dificuldade na utilização do kanban?
7. Alguma dúvida ou sugestão sobre a utilização do kanban?

## Resultados

### Separação dos grupos e identificação das práticas

No início do semestre letivo, os grupos são separados para facilitar a organização do cronograma de aulas práticas e torná-lo disponível para os alunos, técnicos e monitores do laboratório. Essa separação também permite que os alunos possam esclarecer dúvidas sobre os cálculos e metodologia a serem utilizados antes das aulas práticas. Dessa forma, cada grupo já chega ao laboratório sabendo qual prática será realizada e quais procedimentos devem ser adotados.

O quadro Kanban é preparado com folhas impressas e colocados dentro de sacos plásticos a fim de preservar o material até o fim do ciclo das aulas práticas. As linhas e colunas são dispostas conforme a tabela 2 demonstrado na Figura 1.

**Figura 1:** Quadro Kanban da Análise Instrumental 1



Fonte: Arquivo pessoal

Ao utilizar um quadro Kanban em aulas práticas de Análise Instrumental, os estudantes podem facilmente visualizar o status do experimento e o fluxo das etapas em tempo real, independentemente da complexidade da prática. Isso é particularmente útil em aulas mais longas, onde os alunos podem perder a noção do andamento do experimento. Com o Kanban, eles podem responder perguntas importantes por conta própria, como "onde estamos agora" ou "o que devo fazer agora". Ao responder essas perguntas, o uso do Kanban ajuda a melhorar o planejamento e execução do experimento, eliminando desperdícios e reduzindo o tempo necessário. Além disso, o Kanban requer que os estudantes leiam e planejem antecipadamente o experimento, o que ajuda a esclarecer dúvidas antes da aula prática. Isso, por sua vez, enriquece as discussões durante a aula prática, permitindo que os alunos aprofundem suas compreensões e questões mais complexas. O ganho pedagógico é que no momento de realização da atividade experimental, as discussões se tornam mais ricas e aprofundadas, uma vez que as questões mais básicas já foram sanadas no planejamento e construção do Kanban.

### **Identificação das etapas de cada aula prática**

Para que o Kanban seja eficiente, é importante que as tarefas das aulas práticas tenham nomes claros e compreensíveis para todos. Como sistema "pull", cada etapa do processo só pode ser iniciada após a conclusão da anterior. Para criar as tarefas, os grupos devem listar as etapas do início ao fim da prática, seguindo um protocolo como o seguinte exemplo:

Pesar o reagente X

Preparar a Solução Y

Preparar as soluções para a curva de calibração

Preparar a amostra Z

Ler os padrões no equipamento W

Ler a amostra no equipamento

Montar a curva de calibração

Calcular o teor do analito

Discutir os resultados

Limpar a vidraria utilizada

Organizar a bancada.

Dessa forma, a equipe tem uma visão clara de todas as etapas envolvidas na prática e pode trabalhar em conjunto para completá-las de forma organizada e eficiente.

### Realização da aula prática com o auxílio do Kanban

No início do experimento, todas as etapas da aula prática encontram-se na linha “a fazer”. Os estudantes se organizam de modo a passarem as etapas do experimento, no Kanban, para a linha “fazendo” e “feito” à medida que concluem cada etapa do experimento, conforme ilustrado na figura 2. Ao final da prática, todas as etapas devem estar concluídas e movidas para a linha “feito”.

**Figura 2:** Quadro Kanban durante a realização da aula prática



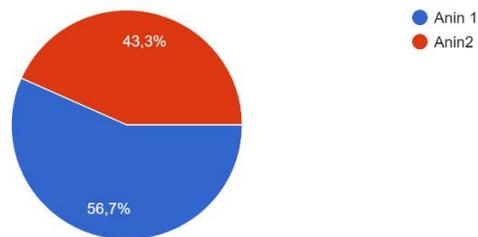
Fonte: Arquivo pessoal

## Avaliação dos alunos quanto a aplicação do Kanban

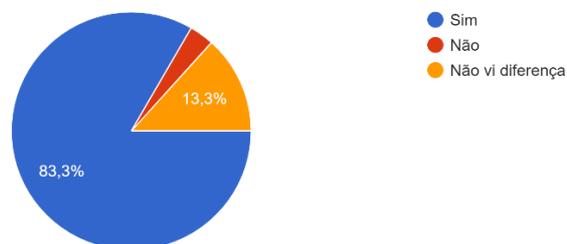
O formulário foi aplicado em quatro turmas distintas, totalizando 30 respostas. Os dados foram tabulados e apresentados em gráficos, conforme os seguintes resultados:

**Figura 3:** gráficos obtidos dos formulários

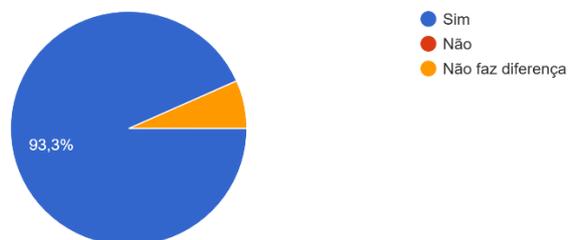
Em qual disciplina utilizou o kanban?  
30 respostas



Através do Kanban foi possível um melhor entendimento das etapas a serem seguidas nas aulas práticas?  
30 respostas

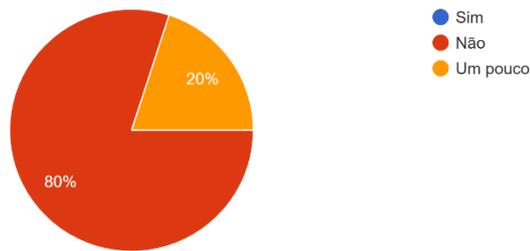


O planejamento prévio da prática (preparo dos cálculos, leitura do POP) foi necessário para melhor aproveitamento do kanban?  
30 respostas



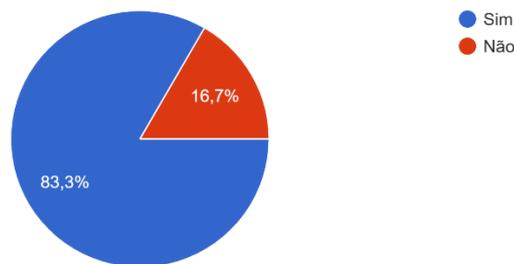
Teve alguma dificuldade em entender o funcionamento do sistema kanban?

30 respostas



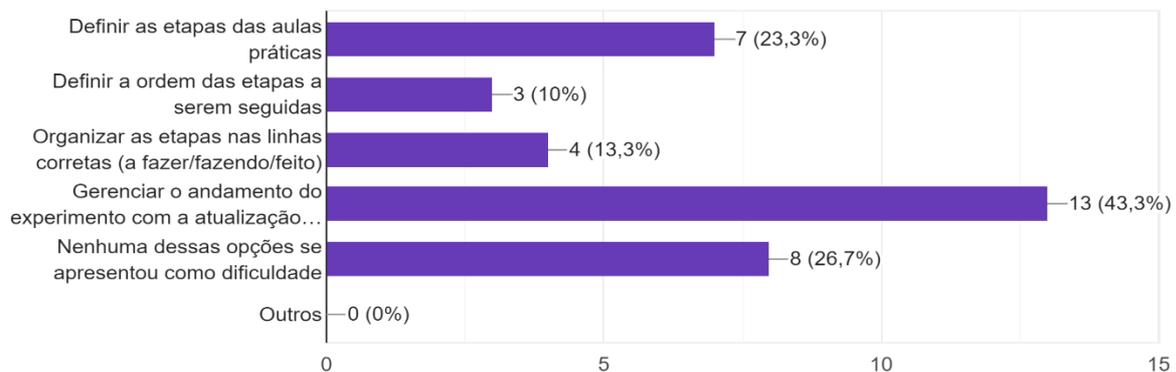
Acredita que a utilização desse sistema promoveu uma maior autonomia do grupo?

30 respostas



Qual foi a sua maior dificuldade na utilização do kanban (pode marcar mais de uma opção )

30 respostas



Resultados dos formulários respondidos pelos alunos

Foi possível observar que a grande maioria dos alunos foi favorável a utilização do Kanban nas aulas práticas.

A principal dificuldade apresentada pelos alunos foi o gerenciamento do experimento com a atualização das etapas no quadro. Tal dificuldade foi reportada devido a localização do quadro, que está disposto na parte externa do laboratório.

Após a aplicação do formulário os alunos sugeriram a criação do quadro kanban dentro do laboratório visando evitar perda de tempo com deslocamentos até o lado externo além de facilitar a rápida visualização das etapas. Dessa forma, propôs-se a utilização do quadro branco, localizado na parte interna do laboratório e mais próximo das bancadas para a criação do kanban, permitindo uma observação e atualização mais fácil do quadro. Sugestão essa que será acatada pela equipe de forma a melhorar a visualização e atualização do sistema.

## Conclusão

A utilização do sistema Kanban nas aulas práticas fornece uma maior visualização das etapas a serem seguidas proporcionando ao discente uma melhor compreensão da aula prática que está sendo realizada. Para além da compreensão, o uso do Kanban ajuda os estudantes a desenvolverem mais autonomia em relação a um procedimento laboral do qual eles são responsáveis. E tal autonomia é gerada a partir deles próprios, de forma ativa, tornando-os protagonistas de seu processo de aprendizagem e desenvolvimento. Os alunos se mostraram favoráveis à utilização do sistema Kanban nas aulas práticas. Com isso, a utilização do Kanban foi bem aceita pelos alunos e percebida como um facilitador no processo de ensino e aprendizagem.

## Agradecimentos e apoios

Equipe de Análise Instrumental, aos monitores da disciplina e a direção do campus Duque de Caxias

## Referências

- AGUIAR, G.; PEINADO, J. **Compreendendo O Kanban** : Um Ensino Interativo Ilustrado. da Vinci, v. 4, n. 1, 2007.
- ALMEIDA BENTO, R. et al. Treinamento de professores em análise instrumental – cromatografia a gás - 53º Congresso Brasileiro de Química. **Anais** .Rio de Janeiro: 2013
- CASTRO, J. et al. Treinamento, avaliação e melhoria de aulas práticas de análise instrumental em potenciometria 37ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. **Anais** .Natal: 2014
- IFRJ. **Ementário do curso técnico em química**. Rio de Janeiro: [s.n.].
- JESPER BOEG. **Kanban em 10 Passos**. InfoQ Brasil, 2011.
- LAGE JUNIOR, M.; GODINHO FILHO, M. Variations of the kanban system: Literature review and classification International. **Journal of Production Economics**, 2010.
- LEITE, M. O. et al. Aplicação do sistema kanban no transporte de materiais na construção civil. **Revista Produção Online**, v. 4, n. 4, 2004.
- MASCOLO, M. DI; FREIN, Y.; DALLERY, Y. An analytical method for performance evaluation of Kanban controlled production systems. **Operations Research**, v. 44, n. 1, 1996.



**XIV  
ENPEC**

Caldas Novas - Goiás

RAHMAN, N. A. A.; SHARIF, S. M.; ESA, M. M. Lean Manufacturing Case Study with Kanban System Implementation. **Procedia Economics and Finance**, v. 7, 2013.

TUBINO, D. F. Sistemas de Produção: a Produtividade no Chão de Fábrica. Porto Alegre : **Bookman**, 1999.

