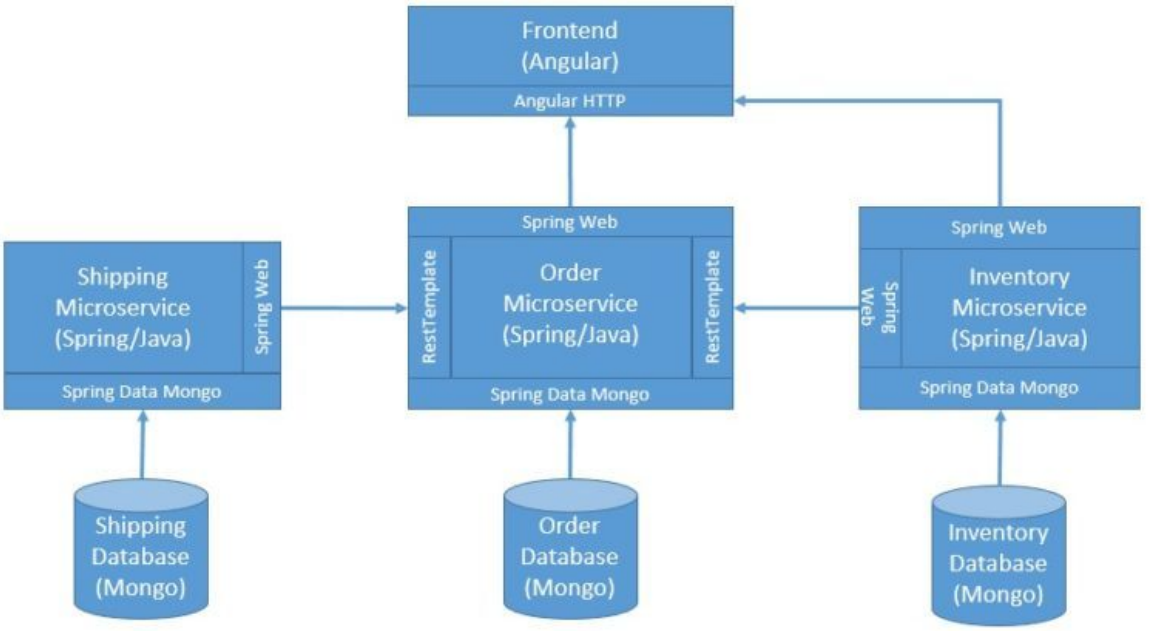
Sistemas reativos anotações de estudos.

Sistema usado como exemplo:



No ano de 2013, **uma equipe de desenvolvedores, liderada por Jonas Boner, se reuniu para definir um conjunto de princípios básicos** em um documento conhecido como Manifesto Reativo . Isto é o que lançou as bases para um estilo de arquitetura para criar Sistemas Reativos. Desde então, este manifesto atraiu muito interesse da comunidade de desenvolvedores.

Basicamente, este documento prescreve **a receita para um sistema reativo ser flexível, fracamente acoplado e escalável** . Isso torna esses sistemas fáceis de desenvolver, tolerantes a falhas e, o mais importante, altamente responsivos, a base para experiências incríveis do usuário.
Então, qual é essa receita secreta? Bem, dificilmente é segredo! O manifesto define as características ou princípios fundamentais de um sistema reativo:

- *Responsivo* : um sistema reativo deve fornecer um tempo de resposta rápido e consistente e, portanto, uma qualidade de serviço consistente.
- *Resiliente* : um sistema reativo deve permanecer responsivo em caso de falhas aleatórias por meio de replicação e isolamento
- *Elástico* : esse sistema deve permanecer responsivo sob cargas de trabalho imprevisíveis por meio de escalabilidade econômica
- *Orientado a mensagens* : deve contar com a passagem de mensagens assíncronas entre os componentes do sistema

Esses princípios parecem simples e sensatos, mas nem sempre são mais fáceis de implementar em uma arquitetura corporativa complexa. Neste tutorial, desenvolveremos um sistema de amostra em Java com esses princípios em mente!

Contrapressão:

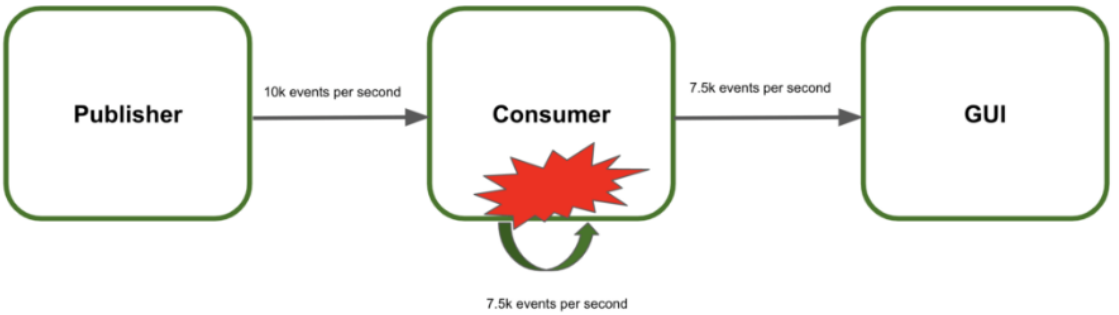
> **A contrapressão em sistemas de software é a capacidade de sobrecarregar a comunicação de tráfego** . Em outras palavras, os emissores de informações sobrecarregam os consumidores com dados que eles não são capazes de processar.
>
> Eventualmente, as pessoas também aplicam esse termo como o mecanismo para controlar e lidar com isso. São as ações de proteção tomadas pelos sistemas para controlar as forças a jusante.

2.1. O que é contrapressão?

Em fluxos reativos, a contrapressão também define como regular a transmissão dos elementos do fluxo . Em outras palavras, controle quantos elementos o destinatário pode consumir.

Vamos usar um exemplo para descrever claramente o que é:

- O sistema contém três serviços: o Publicador, o Consumidor e a Interface Gráfica do Usuário (GUI).
- O Publicador envia 10.000 eventos por segundo para o Consumidor
- O consumidor os processa e envia o resultado para a GUI
- A GUI exibe os resultados para os usuários
- O consumidor só pode lidar com 7500 eventos por segundo

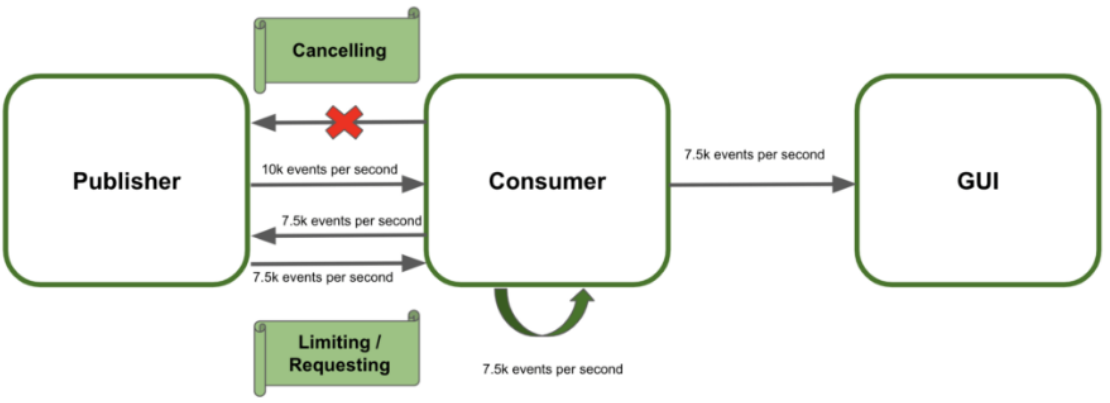


Nessa velocidade, o consumidor não consegue gerenciar os eventos (contrapressão) . Consequentemente, o sistema entraria em colapso e os usuários não veriam os resultados.

2.3. Controlando a contrapressão

Vamos nos concentrar em controlar os eventos emitidos pelo editor. Basicamente, existem três estratégias a seguir:

- **Envie novos eventos somente quando o assinante os solicitar** . Esta é uma estratégia pull para reunir elementos na solicitação do emissor
- **Limitando o número de eventos a serem recebidos no lado do cliente** . Trabalhando como uma estratégia de push limitado, o publisher só pode enviar uma quantidade máxima de itens para o cliente de uma só vez
- **Cancelamento do streaming de dados quando o consumidor não puder processar mais eventos** . Nesse caso, o receptor pode abortar a transmissão a qualquer momento e assinar o fluxo novamente mais tarde.



Front-end (ANGULAR):

Precisamos **criar um componente simples em Angular para lidar com create e fetch orders** . De importância específica é a parte em que chamamos nossa API para criar o pedido:

```
createOrder() {
    let headers = new HttpHeaders({'Content-Type': 'application/json'});
    let options = {headers: headers}
    this.http.post('http://localhost:8080/api/orders', this.form.value, options)
      .subscribe(
        (response) => {
          this.response = response
        },
        (error) => {
          this.error = error
        }
      )
}
```

O trecho de código acima **espera que os dados do pedido sejam capturados em um formulário e disponibilizados no escopo do componente** . Angular oferece suporte fantástico para criar formulários simples a complexos usando formulários reativos e orientados a modelos.

Também é importante a parte onde obtemos os pedidos criados anteriormente:

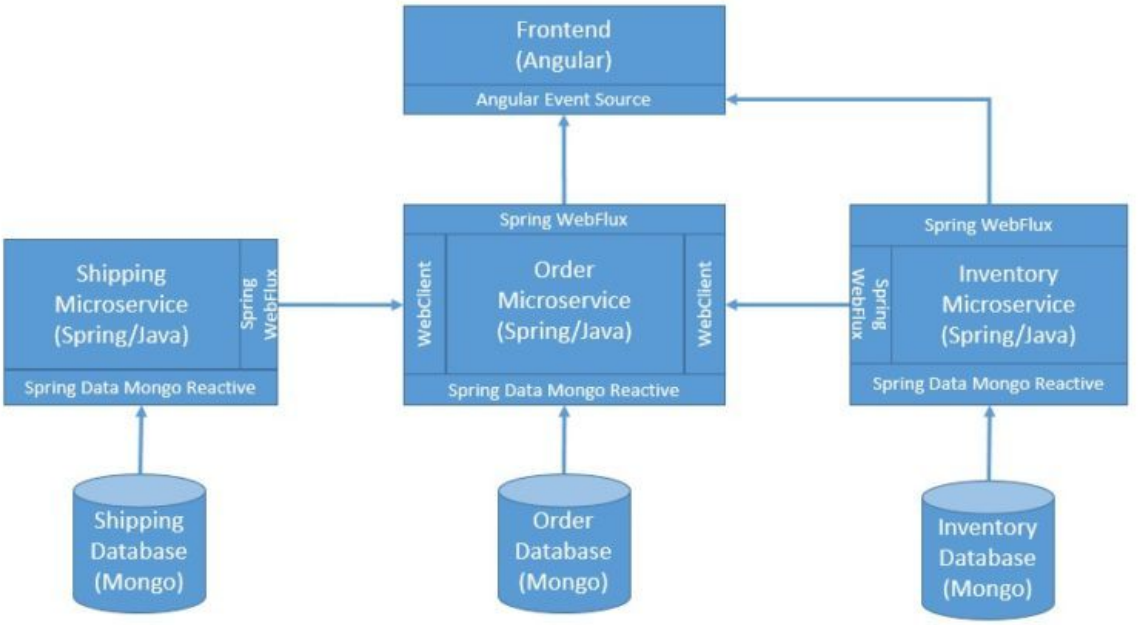
```
getOrders() {
  this.previousOrders = this.http.get(''http://localhost:8080/api/orders'')
}
```

Programação reativa:

A programação reativa é um paradigma de programação em que o foco está no desenvolvimento de componentes assíncronos e sem bloqueio.

Bloquear chamadas em qualquer programa geralmente **resulta em recursos críticos apenas esperando que as coisas aconteçam** . Isso inclui chamadas de banco de dados, chamadas para serviços da Web e chamadas de sistema de arquivos. Se pudermos liberar os threads de execução dessa espera e fornecer um mecanismo para retornar assim que os resultados estiverem disponíveis, isso resultará em uma utilização de recursos muito melhor.

Isso é o que a adoção do paradigma de programação reativa faz por nós. Embora seja possível mudar para uma biblioteca reativa para muitas dessas chamadas, pode não ser possível para tudo. Para nós, felizmente, o Spring torna muito mais fácil usar programação reativa com MongoDB e APIs REST:



Spring Data Mongo tem suporte para acesso reativo por meio do MongoDB Reactive Streams Java Driver. Ele fornece *ReactiveMongoTemplate* e *ReactiveMongoRepository* , ambos com ampla funcionalidade de mapeamento.

O Spring WebFlux fornece a estrutura da Web de pilha reativa para Spring, permitindo código sem bloqueio e contrapressão de fluxos reativos. Ele aproveita o Reactor como sua biblioteca reativa. Além disso, ele fornece *o WebClient* para executar solicitações HTTP com contrapressão de fluxos reativos. Ele usa o Reactor Netty como a biblioteca cliente HTTP.

Ao usarmos essas dependências em nosso projeto Spring teremos de alterar o nosso código um pouco para se tornar um código digno da programação reativa, veremos abaixo essa mudança:

Antes do service do micro serviços de inventário.

```java
@Transactional
public Order handleOrder(Order order) {
    order.getLineItems()
      .forEach(l → {
          Product> p = productRepository.findById(l.getProductId())
            .orElseThrow(() → new RuntimeException("Could not find the product: " + l.
            getProductId()));
          if (p.getStock() ≥ l.getQuantity()) {
              p.setStock(p.getStock() - l.getQuantity());
              productRepository.save(p);
          } else {
              throw new RuntimeException("Product is out of stock: " + l.getProductId());
          }
      });
    return order.setOrderStatus(OrderStatus.SUCCESS);
}

@Transactional
public Order revertOrder(Order order) {
    order.getLineItems()
      .forEach(l → {
          Product p = productRepository.findById(l.getProductId())
            .orElseThrow(() → new RuntimeException("Could not find the product: " + l.
            getProductId()));
          p.setStock(p.getStock() + l.getQuantity());
          productRepository.save(p);
      });
    return order.setOrderStatus(OrderStatus.SUCCESS);
}
```

Novo service do micro serviço de inventário..

```java
@Transactional
public Mono<Order> handleOrder(Order order) {
    return Flux.fromIterable(order.getLineItems())
      .flatMap(l -> productRepository.findById(l.getProductId()))
      .flatMap(p -> {
          int q = order.getLineItems().stream()
            .filter(l -> l.getProductId().equals(p.getId()))
            .findAny().get()
            .getQuantity();
          if (p.getStock() >= q) {
              p.setStock(p.getStock() - q);
              return productRepository.save(p);
          } else {
              return Mono.error(new RuntimeException("Product is out of stock: " + p.getId()));
          }
      })
      .then(Mono.just(order.setOrderStatus("SUCCESS")));
}

@Transactional
public Mono<Order> revertOrder(Order order) {
    return Flux.fromIterable(order.getLineItems())
      .flatMap(l -> productRepository.findById(l.getProductId()))
      .flatMap(p -> {
          int q = order.getLineItems().stream()
            .filter(l -> l.getProductId().equals(p.getId()))
            .findAny().get()
            .getQuantity();
          p.setStock(p.getStock() + q);
          return productRepository.save(p);
      })
      .then(Mono.just(order.setOrderStatus("SUCCESS")));
}
```

Percebemos que agora nos nossos retornos e métodos tem algo de diferente, sim estamos usando um retorno do Spring WebFlux nesse caso.
Também alteramos o retorno dos nossos controllers respectivamente.
No micro serviço de pedido que estamos enviando as informações para fora (Front-end) temos que mudar mais o service, pois temos de usar o Spring WebClient nele para invocar os endpoints reativos de inventário e envio.

```java
public Order createOrder(Order order) {
    boolean success = true;
    Order savedOrder = orderRepository.save(order);
    Order inventoryResponse = null;
    try {
        inventoryResponse = restTemplate.postForObject(
          inventoryServiceUrl, order, Order.class);
    } catch (Exception ex) {
        success = false;
    }
    Order shippingResponse = null;
    try {
        shippingResponse = restTemplate.postForObject(
          shippingServiceUrl, order, Order.class);
    } catch (Exception ex) {
        success = false;
        HttpEntity<Order> deleteRequest = new HttpEntity<>(order);
        ResponseEntity<Order> deleteResponse = restTemplate.exchange(
          inventoryServiceUrl, HttpMethod.DELETE, deleteRequest, Order.class);
    }
    if (success) {
        savedOrder.setOrderStatus(OrderStatus.SUCCESS);
        savedOrder.setShippingDate(shippingResponse.getShippingDate());
    } else {
        savedOrder.setOrderStatus(OrderStatus.FAILURE);
    }
    return orderRepository.save(savedOrder);
}

public List<Order> getOrders() {
    return orderRepository.findAll();
}
```

Antes do service do ms de pedido

```
public Mono<Order> createOrder(Order order) {
    return Mono.just(order)
      .flatMap(orderRepository::save)
      .flatMap(o -> {
          return webClient.method(HttpMethod.POST)
            .uri(inventoryServiceUrl)
            .body(BodyInserters.fromValue(o))
            .exchange();
      })
      .onErrorResume(err -> {
          return Mono.just(order.setOrderStatus(OrderStatus.FAILURE)
            .setResponseMessage(err.getMessage()));
      })
      .flatMap(o -> {
          if (!OrderStatus.FAILURE.equals(o.getOrderStatus())) {
              return webClient.method(HttpMethod.POST)
                .uri(shippingServiceUrl)
                .body(BodyInserters.fromValue(o))
                .exchange();
          } else {
              return Mono.just(o);
          }
      })
      .onErrorResume(err -> {
          return webClient.method(HttpMethod.POST)
            .uri(inventoryServiceUrl)
            .body(BodyInserters.fromValue(order))
            .retrieve()
            .bodyToMono(Order.class)
            .map(o -> o.setOrderStatus(OrderStatus.FAILURE)
              .setResponseMessage(err.getMessage()));
      })
      .map(o -> {
          if (!OrderStatus.FAILURE.equals(o.getOrderStatus())) {
              return order.setShippingDate(o.getShippingDate())
                .setOrderStatus(OrderStatus.SUCCESS);
          } else {
              return order.setOrderStatus(OrderStatus.FAILURE)
                .setResponseMessage(o.getResponseMessage());
          }
      })
      .flatMap(orderRepository::save);
}

public Flux<Order> getOrders() {
    return orderRepository.findAll();
}
```

Novo service do ms de pedidos

Front-end:

Agora que nossas APIs são capazes de transmitir eventos à medida que ocorrem, é bastante natural que possamos aproveitar isso também em nosso front-end. Felizmente, o Angular oferece suporte a EventSource , **a interface para eventos enviados pelo servidor** .

Vamos ver como podemos extrair e processar todos os nossos pedidos anteriores como um fluxo de eventos:

```
/**
 * getOrderStream()
 *
 * This function creates an Observable that will listen to an EventSource for orders.
 *
 * @returns {Observable} An observable that will emit the orders received from the
EventSource.
 */
getOrderStream() {
    return Observable.create((observer) => {
        // Create an EventSource to listen to orders
        let eventSource = new EventSource('http://localhost:8080/api/orders')
        // On message, parse the data and push it to the orders array
        eventSource.onmessage = (event) => {
            let json = JSON.parse(event.data)
            this.orders.push(json)
            // Run the observer's next() method in the Angular zone
            this._zone.run(() => {
                observer.next(this.orders)
            })
        }
        // On error, check the readyState of the EventSource
        eventSource.onerror = (error) => {
            if(eventSource.readyState === 0) {
                // If the readyState is 0, close the EventSource and complete the
observer
                eventSource.close()
                this._zone.run(() => {
                    observer.complete()
                })
            } else {
                // Otherwise, emit an error
                this._zone.run(() => {
                    observer.error('EventSource error: ' + error)
                })
            }
        }
    })
}
```

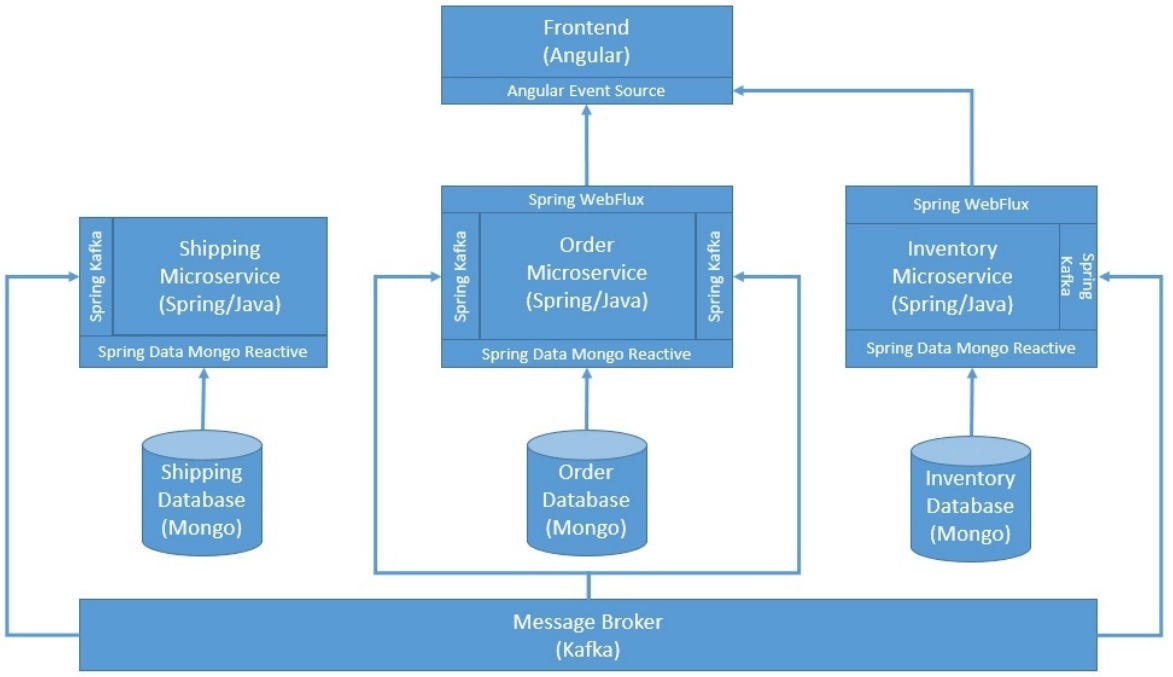
> Se quiser a explicação de cada detalhe com mais especificidade dessa função acima podes usar ocodepal.ai.

Arquitetura Orientada a Mensagens:

O primeiro problema que abordaremos está relacionado à comunicação serviço a serviço. No momento, **essas comunicações são síncronas, o que apresenta vários**

problemas . Isso inclui falhas em cascata, orquestração complexa e transações distribuídas, para citar alguns.
Qual a diferença entre comunicação síncrona e assíncrona? Como você viu, a principal diferença entre a comunicação assíncrona e síncrona é que a primeira indica uma mensagem que não vai, ou não precisa, ser respondida de imediato. Já a síncrona são as mensagens respondidas em simultâneo.

Uma maneira óbvia de resolver esse problema é tornar essas comunicações assíncronas. Um **intermediário de mensagem para facilitar toda a comunicação serviço a serviço** pode fazer o truque para nós. Usaremos o Kafka como nosso agente de mensagens e o Spring for Kafka para produzir e consumir mensagens:



Usaremos um único tópico para produzir e consumir mensagens de pedido com diferentes status de pedido para que os serviços reajam.
Vamos ver como cada serviço precisa mudar:

Serviço de Inventário:

Vamos começar definindo o produtor de mensagem para nosso serviço de inventário:

```
@Autowired
private KafkaTemplate<String, Order> kafkaTemplate;
public void sendMessage(Order order) {
    """
    This function sends a message to a Kafka topic using the KafkaTemplate.
```

```
    Args:
    order (Order): An instance of the Order class to be sent as a message.
    Returns:
    None
    """
    # Send the message to the "orders" topic using the KafkaTemplate
    this.kafkaTemplate.send("orders", order)
}
```

A seguir, teremos que definir um consumidor de mensagem para o serviço de inventário para reagir a diferentes mensagens sobre o tema:

```
@KafkaListener(topics = "orders", groupId = "inventory")
public void consume(Order order) throws IOException {
    """
    This function consumes messages from a Kafka topic named "orders" and processes
them based on the order status.
    If the order status is "RESERVE_INVENTORY", it calls the "handleOrder" function of
the "productService" object to reserve inventory.
    If the order status is "REVERT_INVENTORY", it calls the "revertOrder" function of
the "productService" object to revert inventory.
    Args:
    order (Order): An instance of the Order class.
    Returns:
    None
    """
    if (OrderStatus.RESERVE_INVENTORY.equals(order.getOrderStatus())):
        # If the order status is "RESERVE_INVENTORY", call the "handleOrder" function
of the "productService" object to reserve inventory
        productService.handleOrder(order)
          .doOnSuccess(o -> {
              # If the operation is successful, send a message to the "orderProducer"
object with the order status set to "INVENTORY_SUCCESS"

orderProducer.sendMessage(order.setOrderStatus(OrderStatus.INVENTORY_SUCCESS));
          })
          .doOnError(e -> {
              # If the operation fails, send a message to the "orderProducer" object
with the order status set to "INVENTORY_FAILURE" and the error message

orderProducer.sendMessage(order.setOrderStatus(OrderStatus.INVENTORY_FAILURE)
                .setResponseMessage(e.getMessage()));
          }).subscribe();
    elif (OrderStatus.REVERT_INVENTORY.equals(order.getOrderStatus())):
        # If the order status is "REVERT_INVENTORY", call the "revertOrder" function of
the "productService" object to revert inventory
        productService.revertOrder(order)
          .doOnSuccess(o -> {
              # If the operation is successful, send a message to the "orderProducer"
object with the order status set to "INVENTORY_REVERT_SUCCESS"
```

```
orderProducer.sendMessage(order.setOrderStatus(OrderStatus.INVENTORY_REVERT_SUCCESS));
          })
          .doOnError(e -> {
              # If the operation fails, send a message to the "orderProducer" object
with the order status set to "INVENTORY_REVERT_FAILURE" and the error message

orderProducer.sendMessage(order.setOrderStatus(OrderStatus.INVENTORY_REVERT_FAILURE)
                .setResponseMessage(e.getMessage()));
          }).subscribe();
}
```

Isso também significa que podemos descartar com segurança alguns dos endpoints redundantes de nosso controlador agora. Essas mudanças são suficientes para alcançar a comunicação assíncrona em nosso aplicativo.

Serviço de entrega:

As mudanças no serviço de remessa são relativamente semelhantes ao que fizemos anteriormente com o serviço de inventário. O produtor da mensagem é o mesmo e o consumidor da mensagem é específico para a lógica de envio:

```
@KafkaListener(topics = "orders", groupId = "shipping")
public void consume(Order order) throws IOException {
    if (OrderStatus.PREPARE_SHIPPING.equals(order.getOrderStatus())) {
        shippingService.handleOrder(order)
          .doOnSuccess(o -> {

orderProducer.sendMessage(order.setOrderStatus(OrderStatus.SHIPPING_SUCCESS)
                .setShippingDate(o.getShippingDate()));
          })
          .doOnError(e -> {

orderProducer.sendMessage(order.setOrderStatus(OrderStatus.SHIPPING_FAILURE)
                .setResponseMessage(e.getMessage()));
          }).subscribe();
    }
}
```

Podemos descartar com segurança todos os endpoints em nosso controlador agora, pois não precisamos mais deles.

Serviço de pedidos:

As mudanças no serviço de pedidos serão um pouco mais complicadas, pois é onde estávamos fazendo toda a orquestração anteriormente.

No entanto, o produtor da mensagem permanece inalterado e o consumidor da mensagem assume a lógica específica do serviço de pedido:

```
/**
```

```
 * This method listens to the "orders" topic and consumes the messages received.
 * It updates the order status and response message based on the received message.
 *
 * @param order: The Order object received from the Kafka message.
 * @throws IOException: If there is an error while consuming the message.
 */
@KafkaListener(topics = "orders", groupId = "orders")
public void consume(Order order) throws IOException {
    // Check if the order status is INITIATION_SUCCESS
    if (OrderStatus.INITIATION_SUCCESS.equals(order.getOrderStatus())) {
        // Find the order by ID and update the order status to RESERVE_INVENTORY
        orderRepository.findById(order.getId())
          .map(o -> {
              // Send a message to the order producer to update the order status to
RESERVE_INVENTORY

orderProducer.sendMessage(o.setOrderStatus(OrderStatus.RESERVE_INVENTORY));
              // Update the order status and response message
              return o.setOrderStatus(order.getOrderStatus())
                .setResponseMessage(order.getResponseMessage());
          })
          .flatMap(orderRepository::save)
          .subscribe();
    }
    // Check if the order status is INVENTORY-SUCCESS
    else if ("INVENTORY-SUCCESS".equals(order.getOrderStatus())) {
        // Find the order by ID and update the order status to PREPARE_SHIPPING
        orderRepository.findById(order.getId())
          .map(o -> {
              // Send a message to the order producer to update the order status to
PREPARE_SHIPPING

orderProducer.sendMessage(o.setOrderStatus(OrderStatus.PREPARE_SHIPPING));
              // Update the order status and response message
              return o.setOrderStatus(order.getOrderStatus())
                .setResponseMessage(order.getResponseMessage());
          })
          .flatMap(orderRepository::save)
          .subscribe();
    }
    // Check if the order status is SHIPPING-FAILURE
    else if ("SHIPPING-FAILURE".equals(order.getOrderStatus())) {
        // Find the order by ID and update the order status to REVERT_INVENTORY
        orderRepository.findById(order.getId())
          .map(o -> {
              // Send a message to the order producer to update the order status to
REVERT_INVENTORY

orderProducer.sendMessage(o.setOrderStatus(OrderStatus.REVERT_INVENTORY));
              // Update the order status and response message
              return o.setOrderStatus(order.getOrderStatus())
```

```
                .setResponseMessage(order.getResponseMessage());
          })
          .flatMap(orderRepository::save)
          .subscribe();
    }
    // For any other order status, update the order status and response message
    else {
        orderRepository.findById(order.getId())
          .map(o -> {
              return o.setOrderStatus(order.getOrderStatus())
                .setResponseMessage(order.getResponseMessage());
          })
          .flatMap(orderRepository::save)
          .subscribe();
    }
}
```

O **consumidor aqui está apenas reagindo a mensagens de pedido com diferentes status de pedido** . É isso que nos dá a coreografia entre diferentes serviços.

Por fim, nosso serviço de pedidos também terá que mudar para suportar esta coreografia:

```
public Mono<Order> createOrder(Order order) {
    /**
    This function creates an order by saving the order to the database, sending a
message to a producer,
    and updating the order status. If an error occurs, it sets the order status to
failure and returns
    an error message.
    Args:
    order (Order): An instance of the Order class.
    Returns:
    Mono<Order>: A Mono object that emits the saved order.
    Raises:
    None.
    **/
    return Mono.just(order)
      .flatMap(orderRepository::save)  # Save the order to the database
      .map(o -> {
          orderProducer.sendMessage(o.setOrderStatus(OrderStatus.INITIATION_SUCCESS));
# Send a message to the producer
          return o;
      })
      .onErrorResume(err -> {
          return Mono.just(order.setOrderStatus(OrderStatus.FAILURE)  # Set the order
status to failure
            .setResponseMessage(err.getMessage()));  # Return an error message
      })
      .flatMap(orderRepository::save);  # Save the order to the database
```

```
}
```

Observe que isso é muito mais simples do que o serviço que tivemos que escrever com endpoints reativos na última seção. A coreografia assíncrona **geralmente resulta em um código muito mais simples, embora tenha o custo de consistência eventual e depuração e monitoramento complexos**. Como podemos imaginar, nosso front-end não receberá mais o status final do pedido imediatamente.